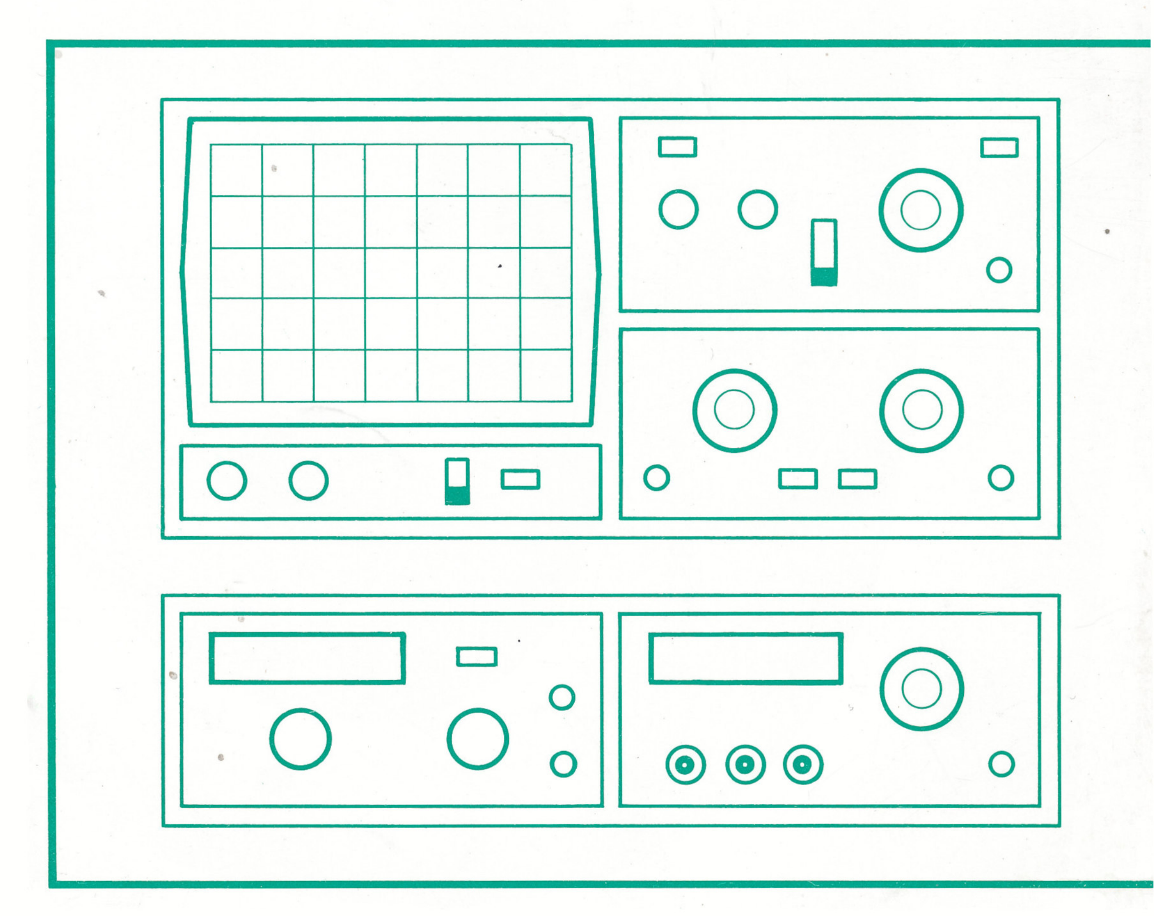


MANUAL

Oscilloscope
HM203-5



Oscilloscope HM 203-5

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II,
Kanalumschaltung: alt. u. chop. (ca. 0,5 MHz).
Summe und Differenz: Kanal II ± Kanal I
(mit Invertierungstaste für Kanal I).
XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:
0 bis 20 MHz (-3 dB), 0 bis 28 MHz (-6 dB).
Anstiegszeit: 17,5 ns. Überschwingen: max. 1%.
Ablenkkoeffizienten: 12 calibrierte Stellungen von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung, variabel 1:2,5 bis mindestens **2 mV/cm**.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3%.
Eingangsimpedanz: 1 MΩ II 30 pF.
Eingangskopplung: DC-AC-GND.
Eingangsspannung: max. 400 V (DC + Spitze AC).

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 18 calibrierte Stellungen von 0,5 µs/cm bis 0,2 s/cm mit 1-2-5 Teilung, variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2 µs/cm, mit **X-Dehnung x 10** uncalibriert bis ca. **20 ns/cm**.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3%.
Triggerung: automatisch oder Normaltriggerung.
Flankenrichtung: positiv oder negativ.
Quellen: K I, K II, Netz, extern.
Kopplung: AC, DC, HF- und NF-Filter.
Triggerschwelle: intern <5 mm, extern 0,6 V.
Triggerbandbreite: 0 bis 40 MHz.

Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2 MHz (-3 dB).
Eingang über K II (siehe Vertikal-Verstärker).
X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120 kHz.

Component-Tester

Testspannung: max. 8,5 V_{eff} (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mA_{eff} (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4 mm Ø.
Prüfkreis liegt an Masse.

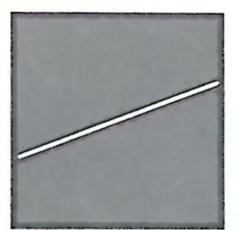
Verschiedenes

Röhre: D14-362 GY/93, **8 x 10 cm**, (Nachleuchtröhre GM/93 gegen Aufpreis), Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
Beschleunigungsspannung: 2000 V.
Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für Tastkopfabgleich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V ±1%.
Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.
Schutzart: Schutzklasse II (VDE 0411).
Netzanschluß 110, 125, 220, 240 V~.
Zulässige Netzspannungsschwankung: ±10%.
Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 38 Watt.
Gewicht: ca. 7,3 kg. Farbe: techno-braun.
Gehäuse (mm): **B** 285, **H** 145, **T** 380.
Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

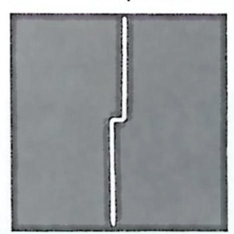
Testbeispiele

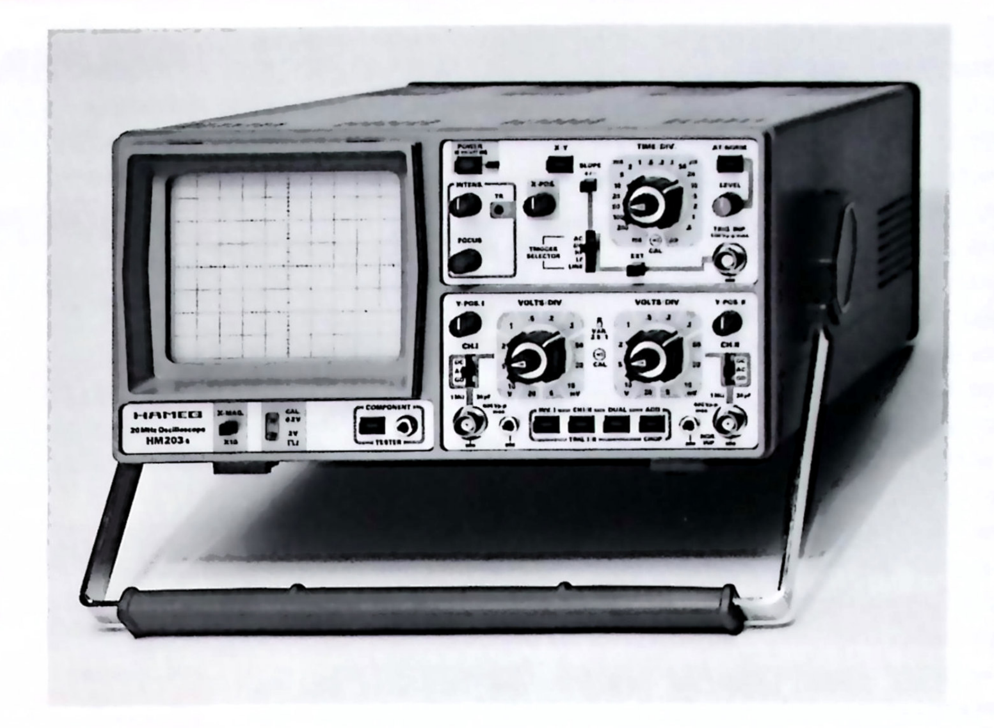
mit dem Component-Tester

Widerstand 510 Ω



2 Dioden antiparallel





20 MHz Standard-Oszilloskop

Y: 2 Kanäle, 0-20 MHz, max. Empfindlichkeit 2 mV/cm;
X: 0,2 s-20 ns/cm inkl. Dehnung x 10;
Triggerung bis 40 MHz; Component-Tester.

Dieses in den letzten Jahren **in Europa meistverkaufte Oszilloskop** entspricht in jeder Hinsicht der Forderung nach guter Leistung, verbunden mit einfacher Bedienbarkeit. Außer normalen Signalspannungen ist auch die Darstellung der **Summe oder Differenz** zweier Signale sowie **XY-Betrieb** möglich. Beide Vertikalverstärker des **HM 203** besitzen **Feineinsteller** und haben bei voller Bandbreite eine Empfindlichkeit von **max. 2 mV/cm**. Die Triggermöglichkeiten sind relativ umfangreich. Außer Netz- und TV-Triggerung ist auch **HF-** und **Gleichspannungstriggerung** möglich. Ab 5 mm Signalhöhe arbeitet die Triggerung bis über **40 MHz** noch einwandfrei. Mit Pegeleinstellung von Hand sind auch komplizierte Signale triggerbar. Die max. Auflösung in horizontaler Richtung wurde inkl. 10facher Dehnung auf **20 ns/cm** erhöht. Das **8 x 10 cm** große Innenraster der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch aus seitlicher Sicht. Die horizontale Strahllage ist zur Kompensation des erdmagnetischen Feldes von außen einstellbar.

Besonders für den Service wurde der HM 203-5 ebenfalls mit dem bewährten **Component-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauteile dabei nicht zerstört werden können. Das Testergebnis wird auf dem Schirm dargestellt.

Der HM 203 wurde für allgemeine **Anwendungen in Industrie und Service** entwickelt. Die Vielzahl seiner Betriebsarten, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.

Lieferbares Zubehör

Tastköpfe 1:1, 10:1, 10:1 (HF), 100:1, 1:1/10:1; Demodulator-Tastkopf; Meßkabel BNC-BNC u. Banane-BNC; 50 Ω-Abschluß; Vierkanal-Umschalter; Lichtschutztubus; Tragetasche.

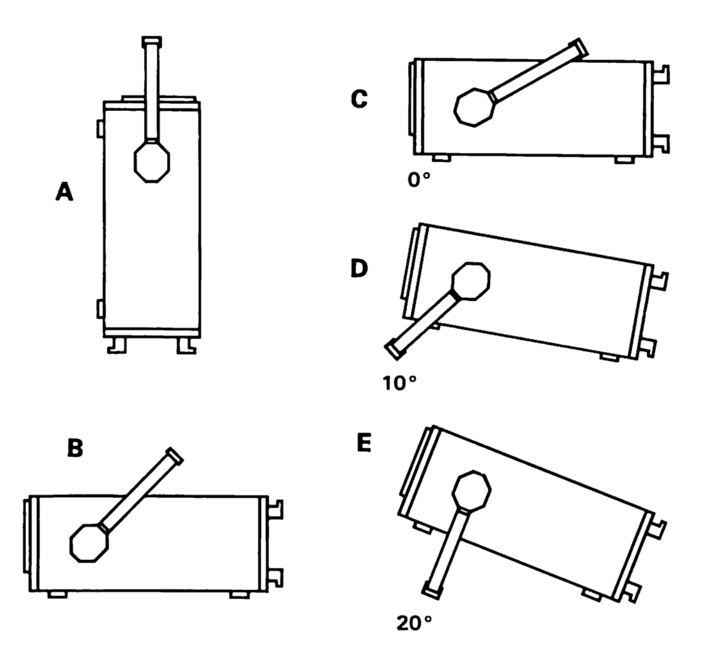
Printed in West Germany (1984)

Allgemeine Hinweise

Der HM203-5 ist in seiner Bedienung problemlos. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß jeder bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch sollte auch der im Umgang mit Oszilloskopen erfahrene Anwender die vorliegende Anleitung sorgfältig durchlesen, damit Fehlbedienungen vermieden werden und beim späteren Gebrauch alle Kriterien des Gerätes bekannt sind.
Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.
Außerdem ist vor Inbetriebnahme festzustellen, ob das Gerät auf die richtige Netzspannung eingestellt ist. Sollte der am Rückdeckel mit Pfeil markierte Wert nicht mit der vorhandenen Netzspannung übereinstimmen, ist entsprechend den Anweisungen auf Seite M2 umzuschalten.

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirmes kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Ausgehend von der senkrechten Tragestellung (Bild A), wird der Griff nach dem Aufsetzen des Gerätes seitwärts schräg nach oben gezogen und dann bei gleichzeitigem Drehen und Andrücken in die gewünschte Position eingerastet. Bei Positionsveränderungen ist der Griff einfach herauszuziehen (ca. 5 mm), seitwärts zu drehen und wiederum bei gleichzeitigem Andrücken in die gewünschte Position einzurasten.
Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen. Wie aus Darstellung B ersichtlich, läßt sich der Griff auch in eine Position für waagerechtes Tragen einrasten.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß ***VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte,*** gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. ***Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.*** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der ***Schutzklasse I.*** Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 1500 V 50 Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem HM203-5 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. ***Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.*** Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42 V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ-Strahlen. Beim HM203-5 bleibt aber die ***Ionendosisleistung weit unter 36 pA/kg.***

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10 °C... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen −40 °C und + 70 °C betragen. Hat sich während des Trans-

ports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitäts-Test mit 10stündigem „burn-in". Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine ***Funktionsgarantie von 2 Jahren*** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Im Garantiefall werden von HAMEG auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegengenommen.

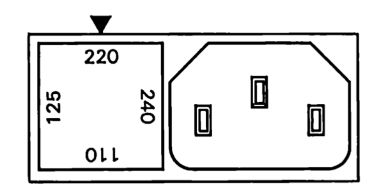
Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrunde liegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im Testplan dieses Manuals beschriebenen Prüfmethoden sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch die Anschaffung des neuen HAMEG Scope-Testers HZ60, der trotz seines niedrigen Preises alle Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt.

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netzsicherungshalter, kombiniert mit dem 3-poligen Kaltgeräte-Stecker an der Gehäuserückwand. Zunächst wird der mit den Spannungswerten bedruckte Sicherungshalter mittels kleinem Schraubenzieher entfernt und – wenn erforderlich – mit einer anderen Sicherung versehen. Der vorgeschriebene Wert ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Anschließend ist der Sicherungshalter so einzusetzen, daß das eingeprägte weiße Dreieck auf den gewünschten Netzspannungswert zeigt. Dabei sollte man darauf achten, daß die Deckplatte auch richtig eingerastet ist. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.



Sicherungstype: Größe **5 x 20 mm**; 250 V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge (T)**.

Netzspannung	Sich.-Nennstrom
110 V~±10%:	**T 0,63 A**
125 V~±10%:	**T 0,63 A**
220 V~±10%:	**T 0,315 A**
240 V~±10%:	**T 0,315 A**

Art der Signalspannung

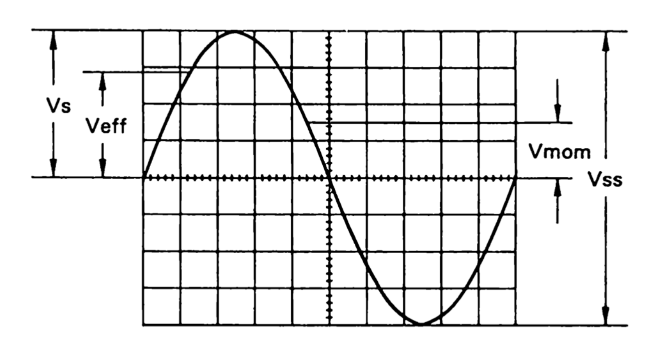
Mit dem HM203-5 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unter 20 MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren ***Oberwellenanteile*** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM203-5 ist deshalb nur bis ca. 2 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers erforderlich. ***Fernseh-Video-Signale*** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIG.**-Wahlschalter in Stellung **LF** stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegeleinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.
Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Wechselstromkopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC**-Grenzfrequenz ca. 3,5 Hz für −3 dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss}-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve
V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. ***2 mV$_{ss}$***, wenn der ***Feinstell-Knopf*** am auf **5 mV/cm** eingestellten Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach ***rechts*** gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. ***Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.*** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multipilizieren. ***Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner calibrierten Stellung* CAL. *stehen*** (Pfeil waagerecht nach links zeigend). Wird der Feinstellknopf nach rechts gedreht, erhöht sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind ***Signale bis 160 V$_{ss}$*** darstellbar (Teilerschalter auf **20 V/cm**, Feinsteller auf Linksanschlag).

Mit den Bezeichnungen
H = Höhe in cm des Schirmbildes,
U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,
A = Ablenkkoeffizient in V/cm am Teilerschalter
läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \qquad H = \frac{U}{A} \qquad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM203-5 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5 und 8 cm, möglichst 3,2 und 8 cm,
U zwischen 2,5 mV_{ss} und 160 V_{ss},
A zwischen 5 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:
Eingest. Ablenkkoeffizient **A** = 50 mV/cm ≙ 0,05 V/cm,
abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 cm,
gesuchte Spannung U = 0,05·4,6 = **0,23 V_{ss}**

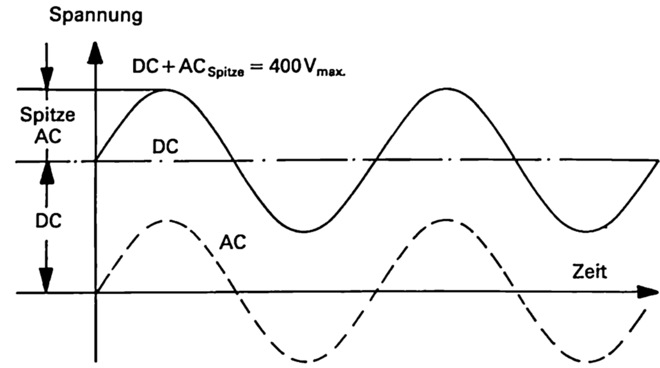
Eingangsspannung **U** = 5 V_{ss},
eingestellter Ablenkkoeffizient **A** = 1 V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = **5 cm**

Signalspannung U = 220 $V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2}$ = 622 V_{ss}
(Spannung > 160 V_{ss}, mit Tastteiler 10:1 **U** = 62,2 V_{ss}),
gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,
maximaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:3,2 = 19,4 V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:8 = 7,8 V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10 V/cm

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ±400 V nicht überschreiten (siehe Abbildung). Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 V_{ss} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z.B. HZ53) können Spannungen bis ca. 3000 V_{ss} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 400 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung", Seite M 6).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als ***Referenzlinie für Massepotential*** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.



Gesamtwert der Eingangsspannung
Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. ***Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am* TIME/DIV.*-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feineinsteller in seiner calibrierten Stellung*** **CAL.** stehen (Pfeil waagerecht nach links zeigend).
Mit den Bezeichnungen
L = **Länge in cm** einer Welle auf dem Schirmbild,
T = **Zeit in s** für eine Periode,
F = **Frequenz in Hz** der Folgefrequenz des Signals,
Z = **Zeitkoeffizient in s/cm** am Zeitbasisschalter
und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Bei gedrückter Taste* X-MAG. X10 *ist* Z *durch 10 zu teilen.
Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM203-5 innerhalb folgender Grenzen liegen:
L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 bis 10 cm,
T zwischen 0,05 µs und 2 s,
F zwischen 0,5 Hz und 20 MHz,
Z zwischen 0,5 µs/cm und 0,2 s/cm in 1-2-5 Teilung (***bei ungedrückter Taste*** **X-MAG. X10**), und
Z zwischen 50 ns/cm und 20 ms/cm in 1-2-5 Teilung (***bei gedrückter Taste*** **X-MAG. X10**).

Beispiele:
Länge eines Wellenzugs **L** = 7 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5 µs/cm,
gesuchte Periodenzeit T = $7 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ = **3,5** µs
gesuchte Folgefrequenz F = $1:(3{,}5 \cdot 10^{-6})$ = **286 kHz.**

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5 s,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 s/cm,
gesuchte Länge L = 0,5:0,2 = **2,5 cm.**

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = $1:(1 \cdot 10 \cdot 10^{-3})$ = **100 Hz.**

TV-Zeilenfrequenz **F** = 15 625 Hz,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 µs/cm,
gesuchte Länge L = $1:(15\,625 \cdot 10^{-5})$ = **6,4 cm.**

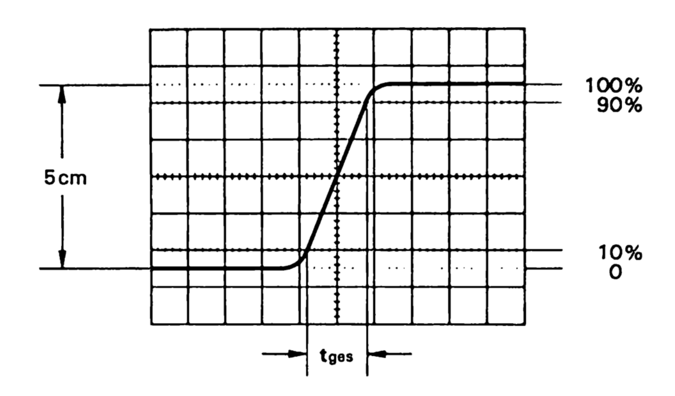
Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4 cm, max. 10 cm,
Frequenz **F** = 1 kHz,
max. Zeitkoeffizient Z = $1:(4 \cdot 10^{3})$ = 0,2 ms/cm,
min. Zeitkoeffizient Z = $1:(10 \cdot 10^{3})$ = 0,1 ms/cm,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2 ms/cm,
dargestellte Länge L = $1:(10^{3} \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3})$ = **5 cm.**

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 1 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 0,5 µs/cm,
***gedrückte Dehnungstaste* x 10**: **Z** = 50 ns/cm,
gesuchte Signalfrequ. F = $1:(1 \cdot 50 \cdot 10^{-9})$ = **20 MHz,**
gesuchte Periodenzeit T = $1:(20 \cdot 10^{6})$ = **50 ns.**

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. X10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitegrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen ***10 %*** und ***90 %*** der vertikalen Impulshöhe. Für ***5 cm*** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in ±2,5 cm Mittenabstand. ***Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit ±2 cm Mittenabstand und 2 mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.***

Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 0,5 µs/cm und gedrückter Dehnungstaste x10 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{ges} = 1{,}6\,\text{cm} \cdot 0{,}5\,\mu\text{s/cm} : 10 = \mathbf{80\,ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$\mathbf{t_a} = \sqrt{\mathbf{t_{ges}}^2 - \mathbf{t_{osz}}^2 - \mathbf{t_t}^2}$$

Dabei ist $\mathbf{t_{ges}}$ die gemessene Gesamtanstiegszeit, $\mathbf{t_{osz}}$ die vom Oszilloskop (beim HM203-5 ca. 17,5 ns) und $\mathbf{t_t}$ die des Tastteilers, z.B. = 2 ns. Ist $\mathbf{t_{ges}}$ größer als 100 ns, dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1 %).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$\mathbf{t_a} = \sqrt{80^2 - 17{,}5^2 - 2^2} = \mathbf{78{,}04\,ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge bei nicht zu großer Steilheit sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, sollte man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit **ta** (***in ns***) und Bandbreite **B** (***in MHz***):

$$\mathbf{ta = \frac{350}{B}} \qquad \mathbf{B = \frac{350}{ta}}$$

Anlegen der Signalspannung

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20 V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8 cm hoch ist. Bei mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIME/DIV.**-Schalter. Letzterer ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Manchmal empfiehlt sich die Verwendung eines Abschlußwiderstandes auch bei Sinussignalen. Gewisse Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer halten die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihr Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen ist. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ II 16 pF bzw. 100MΩ II 7pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Tastkopf-Abgleich", Seite M 8).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite und erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die ***Modularen Tastköpfe HZ51*** (10:1), ***HZ52*** (10:1 HF) und ***HZ54*** (1:1 und 10:1) zu benutzen (siehe OSCILLOSCOPE-Zubehör Z1). Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, daß defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Calibrators, z.B. HZ60, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM 203-5 kaum merklich geändert und die Kurvenform-Wiedergabetreue u.U. sogar noch verbessert, weil eine Anpassung an die individuelle Rechteckwiedergabe des Oszilloskops möglich ist.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 400 V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein ***Kondensator*** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit ***vor den Tastteilereingang*** geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20 kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muß die „Derating Curve" des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß

des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.
Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienung

Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.
Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netz-Tastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**) und die Netz-Anzeigelampe. Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS.**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubenzieher) dient zur Strahldrehung. Rechts davon sind die Einstellelemente für Zeitablenkung (**TIME/DIV.**), Triggerung und horizontale Strahllage (**X-POS.**) angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I und II (**CH.I, CH.II** = Channel 1,2) mit ihren Eingangskopplungsschaltern, Teilerschaltern und den Einstellern für die vertikale Strahllage (**Y-POS.I, II** = Y position). Die vier Tasten im Y-Feld dienen zur Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker. Auch sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Direkt unter dem Bildschirm liegen Dehnungstaste (**X-MAG. X10** = X magnification x10), Calibratorausgang (**CAL. 0.2V** u. **2V**) und das umrandete Component-Tester-Feld mit Umschalttaste und Steckbuchse.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.
Der HM203-5 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20 MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung auf ca. 4-5 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 25 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20 ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ±3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6 MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 20 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die am Netzspannungswähler des HM203-5 eingestellte Spannung mit der vorliegenden Netzspannung verglichen werden! (Einstellung siehe Seite M 2).

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung* CAL. *einzurasten. Die auf fünf Knopfkappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches).

Mit der roten Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die Taste **AT/NORM.** zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (Automatische Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **X-Y** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD** (**CH.I**) in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Ein-

vor- oder nacheilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1 MΩ-Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen ≥1 kHz wird alternierende Kanalumschaltung gewählt; für Frequenzen <1 kHz ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flackern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können – ohne Einfluß auf das Ergebnis – auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger genau. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC**-Kopplung für ***beide*** Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man ab an steilen Flanken.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb
t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
T = Horizontalabstand ***für eine Periode*** in cm.

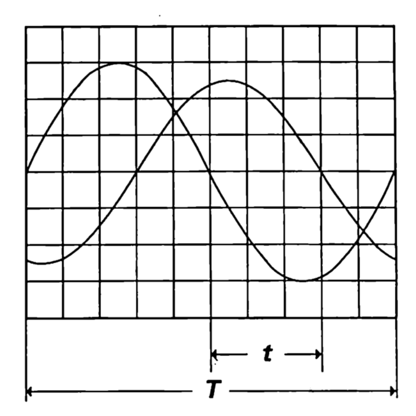
Im Bildbeispiel ist t = 3 cm und T = 10 cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi° = \frac{t}{T} \cdot 360° = \frac{3}{10} \cdot 360° = 108°$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

$$arc\,\varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1{,}885\,rad$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.



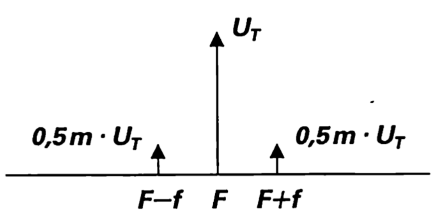
Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega-\omega)t - 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega+\omega)t$$

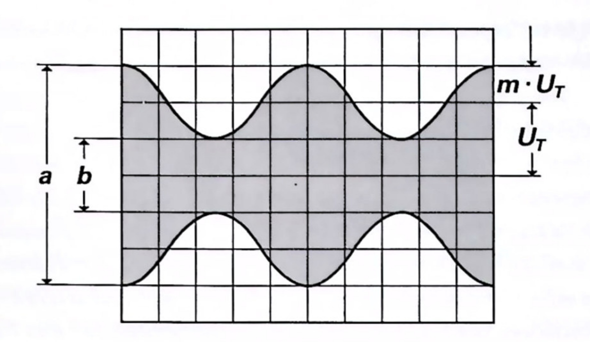
Hierin ist U_T = unmodulierte Trägeramplitude,
$\Omega = 2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
$\omega = 2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
m = Modulationsgrad (i.a. ≦ 1 ≙ 100%).

Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz $F-f$ und die obere Seitenfrequenz $F+f$.



Figur 1
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM (m = 50%)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden). Interne Triggerung ist aber oft möglich mit Normaltriggerung unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers.



Figur 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1\,MHz$; $f = 1\,kHz$;
$m = 50\,\%$; $U_T = 28{,}3\,mV_{eff}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Keine Taste drücken. ***Y***: **CH. I**; **20 mV/cm**; **AC**.
TIME/DIV.: **0.2 ms/cm**.
Triggerung: **NORMAL**; **AC**; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte ***a*** und ***b*** vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{bzw.} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\,[\%]$$

Hierin ist $a = U_T\,(1+m)$ und $b = U_T\,(1-m)$.

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht die Taste **AT/ NORM.** ungedrückt in Stellung **AT**, wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30 Hz Folgefrequenz stabil stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Eine **LEVEL**-Einstellung ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich.

Diese ***automatische Triggerung*** gilt prinzipiell auch für externe Triggerung über die Buchse **TRIG. INP.**. Allerdings muß die dort anliegende (synchrone) Signalspannung etwa im Bereich $0{,}6V_{ss}$ bis $6V_{ss}$ liegen.

Mit ***Normaltriggerung*** (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen.

Mit ungedrückter Taste **SLOPE +/−** startet die Triggerung an einer positiven, also steigenden Flanke. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnen, muß die **SLOPE +/−** Taste gedrückt werden. Die Wahl der Flankenrichtung bezieht sich auf das Eingangssignal. Sie ist unabhängig von der Stellung der Taste **INV. I**. Der mit dem **LEVEL**-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei ***interner Triggerung*** und Einkanalbetrieb wird das Triggersignal mit der Taste **CH I/II-TRIG.I/II** dem damit gewählten Kanal entnommen. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. Dabei sollte die einfachere Signalform zum Triggern bevorzugt werden.

Für ***externe Triggerung*** ist der Triggerwahlschalter auf **EXT.** umzuschalten und das Signal ($0{,}6V_{ss}$ bis $6V_{ss}$) der Buchse **TRIG. INP.** zuzuführen.

Die Ankopplungsart und der Frequenzbereich des Triggersignals ist intern wie extern mit dem Triggerwahlschalter **TRIG.** umschaltbar. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale (<2 cm) nur bis etwa 10 MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (10-50 MHz) ist auf Stell. **HF** umzuschalten. Prinzipiell triggert das Gerät in den Stellungen **AC** und **DC** auch bei Frequenzen über 10 MHz; dabei erhöht sich allerdings die Triggerschwelle. Vorteilhaft ist, daß im Bereich bis 10 MHz auch bei höchster Empfindlichkeit des Meßverstärkers durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung weitgehend vermieden wird. Die untere Grenzfrequenz bei **AC**-Triggerung liegt etwa bei 20 Hz. Die oben angegebenen Werte gelten für sinusförmige Signale. Sie sind bei interner Triggerung von der eingestellten Signalhöhe abhängig.

DC-Triggerung ist nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. ***Bei interner* DC*-Triggerung sollte immer mit Normaltriggerung und* LEVEL*-Einstellung gearbeitet werden.*** In Stellung **AT** besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter ***DC-Balance*** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale in Stellung **AT** automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechtecks zum Nadelimpuls verformt,

kann die Umschaltung auf ***Normaltriggerung*** und die Bedienung des **LEVEL**-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die **LEVEL**-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Zur ***Netztriggerung*** in Stellung **LINE** des **TRIG.**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls – in gewissen Grenzen – für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung.

Soll das ***Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz*** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den Triggerwahlschalter in Stellung **LF** (low frequency) bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800 Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden.

Ein ***Video-Signal mit Zeilenfrequenz*** ist dagegen mit **AC**- (evtl. auch **DC**-) Triggerkopplung darzustellen. Sowohl bei Bild- wie bei Zeilenfrequenz ist die richtige Stellung der Taste **SLOPE +/–** besonders zu beachten.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **TIME/DIV.**-Feinstellers erreicht werden.

Komponenten-Test

Der HM 203-5 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der CT-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die Isolierbuchse im umrahmten **Component-Tester**-Feld (rechts unter dem Bildschirm) und über eine der Masse-Buchsen im Y-Feld. Bei gedrückter **Component-Tester**-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung"). Außer den **INTENS.**-, **FOCUS**- und **X-POS.**-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM203-5 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Massezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauteile ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schaltung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Zum Schutz des Komponententesters und des Oszilloskops ist in Reihe mit der CT-Buchse eine Feinsicherung geschaltet. Bei Fehlbedienung, z.B. zu prüfendes Gerät nicht vom Netz getrennt, schmilzt sie durch. Sie darf nur durch eine Sicherung gleichen Typs ersetzt werden. Dazu muß das Oszilloskop geöffnet sein (siehe Service-Anleitung S1, „Öffnen des Gerätes"). Die Sicherung befindet sich auf der Unterseite des Gerätes (Nähe CT-Tastenschalter).
G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20mm**, 250V~; C nach IEC 127, Bl.II; DIN 41661. Abschaltung: **flink (F), 50mA**.
Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM203-5 liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Widerstände zwischen ***20Ω*** und ***4,7kΩ*** testen.

Kondensatoren und ***Induktivitäten*** (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. ***Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz.*** Kondensatoren werden im Bereich ***0,1µF*** bis ***1000µF*** angezeigt.

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.
Bei Halbleitern erkennt man die ***spannungsabhängigen Kennlinienknicke*** beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden ***Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik*** dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 12V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller ***Halbleiter zerstörungsfrei geprüft*** werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.
Recht genaue Ergebnisse erhält man beim ***Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen*** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.

Typ:	Normale Diode	Hochspann.-Diode	Z-Diode 12V
Pole:	Kathode-Anode	Kathode-Anode	Kathode-Anode
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

N-P-N Transistor:

Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

P-N-P Transistor:

Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die ***Anschlußumpolung eines Halbleiters*** (Vertauschen von CT-Buchse mit Masse-Buchse) eine ***Drehung des Testbilds um 180°*** um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. – Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

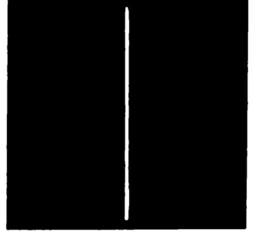
Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein ***Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung***. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der ***CT-Prüfbuchse ohne Massezeichen*** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM203-5 angeschlossenen Meßkabel- und Tastteiler-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

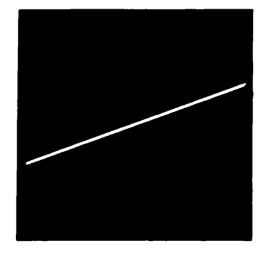
Die Testbilder auf Seite M14 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Testbilder

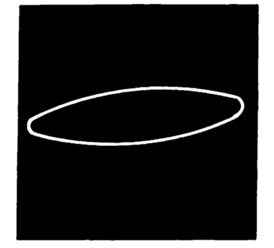
Testbilder Bauteile einzeln



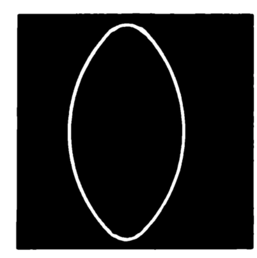

Kurzschluß



Widerstand 510 Ω

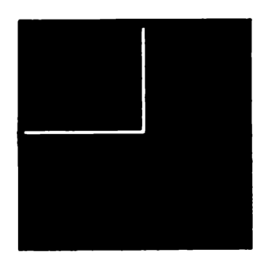


Netztrafo prim.

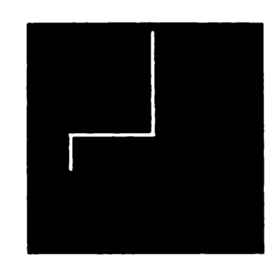


Kondensator 33 µF

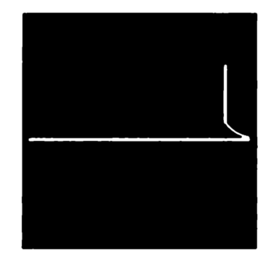
Testbilder Transistoren einzeln



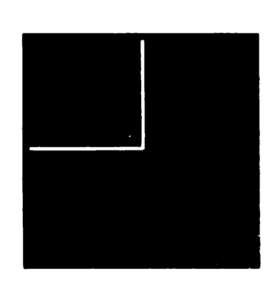
Strecke B-C



Strecke B-E

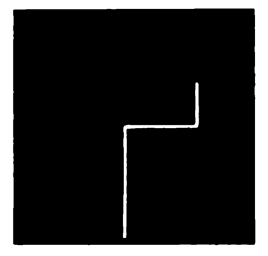


Strecke E-C

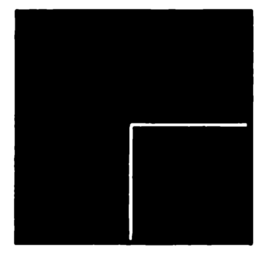


FET

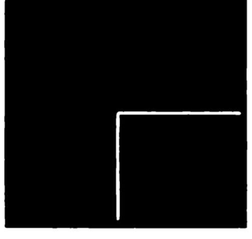
Testbilder Dioden einzeln



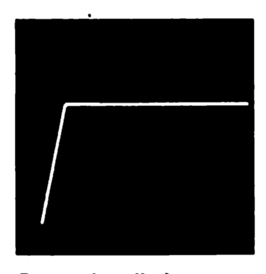
Z-Diode unter 8 V



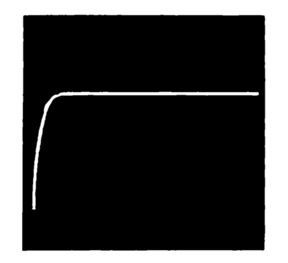
Z-Diode über 12 V



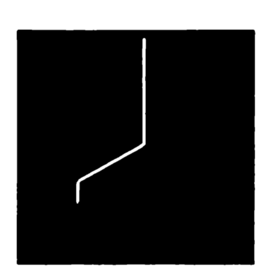
Siliziumdiode



Germaniumdiode

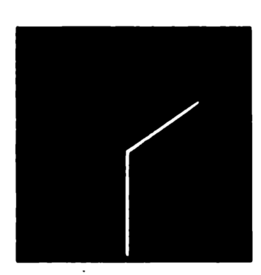


Gleichrichter

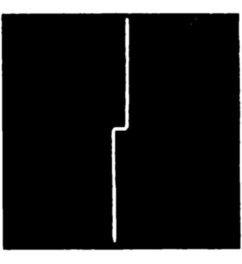


Thyristor G u. A verb.

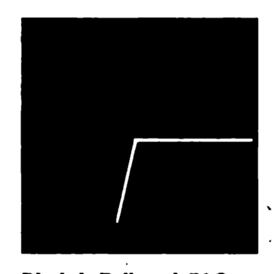
Testbilder Halbleiter in der Schaltung



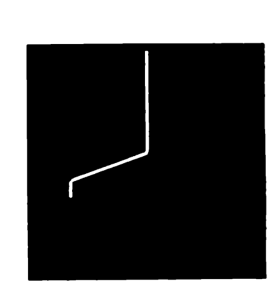
Diode parallel 680 Ω



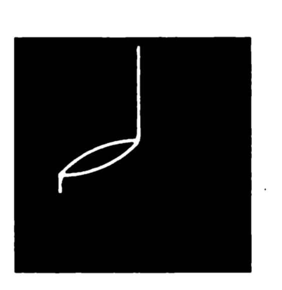
2 Dioden antiparallel



Diode in Reihe mit 51 Ω



B-E parallel 680 Ω



Strecke B-E mit 1 µF + 680 Ω



Si.-Diode mit 10 µF

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.
Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).
Keine weitere Taste drücken. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC.**
AT/NORM.-Taste nicht gedrückt.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.
Mit den Knöpfen **Y-POS.I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.
Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **CHI/II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt. Alternierende Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** nicht drücken.
Chopper-Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** drücken.
Signale <1 kHz mit gedrückter Taste **CHOP.**
Kanäle I+II (Summe): Nur Taste **ADD** drücken.
Kanäle −I+II (Differenz): Beide Tasten **ADD** und **INV. I** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **AT/NORM.** wählen:
AT = Automatische Triggerung (ungedrückt). **NORMAL** = Normaltriggerung (gedrückt).
Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **SLOPE +/−** wählen.
Interne Triggerung: Kanal wird mit Taste **TRIG.I/II** (**CH.I/II**) gewählt.
Externe Triggerung: Taste **EXT.** drücken; Synchron-Signal ($0.6V_{ss}$-$6V_{ss}$) auf Buchse **TRIG. INP.**
Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf **LINE.**
Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC-DC-HF-LF** wählen.
Trigger-Frequenzbereich: **AC** und **DC** bis 10 MHz, **HF** oberhalb 10 MHz, **LF** unterhalb 1 kHz.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC** (evtl. **DC**).
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TRIG.**-Wahlschalter auf **LF.**

Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH.I** und/oder **CH.II** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Am **TIME/DIV.**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen (bei Normaltriggerung).
Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**
Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Linksanschlag **CAL.**
Dehnung x10: Taste **X-MAG. X10** drücken.
Externe Horizontalablenkung (***XY-Betrieb***) mit gedrückter Taste **X-Y** (X-Eingang: **CH.II**).

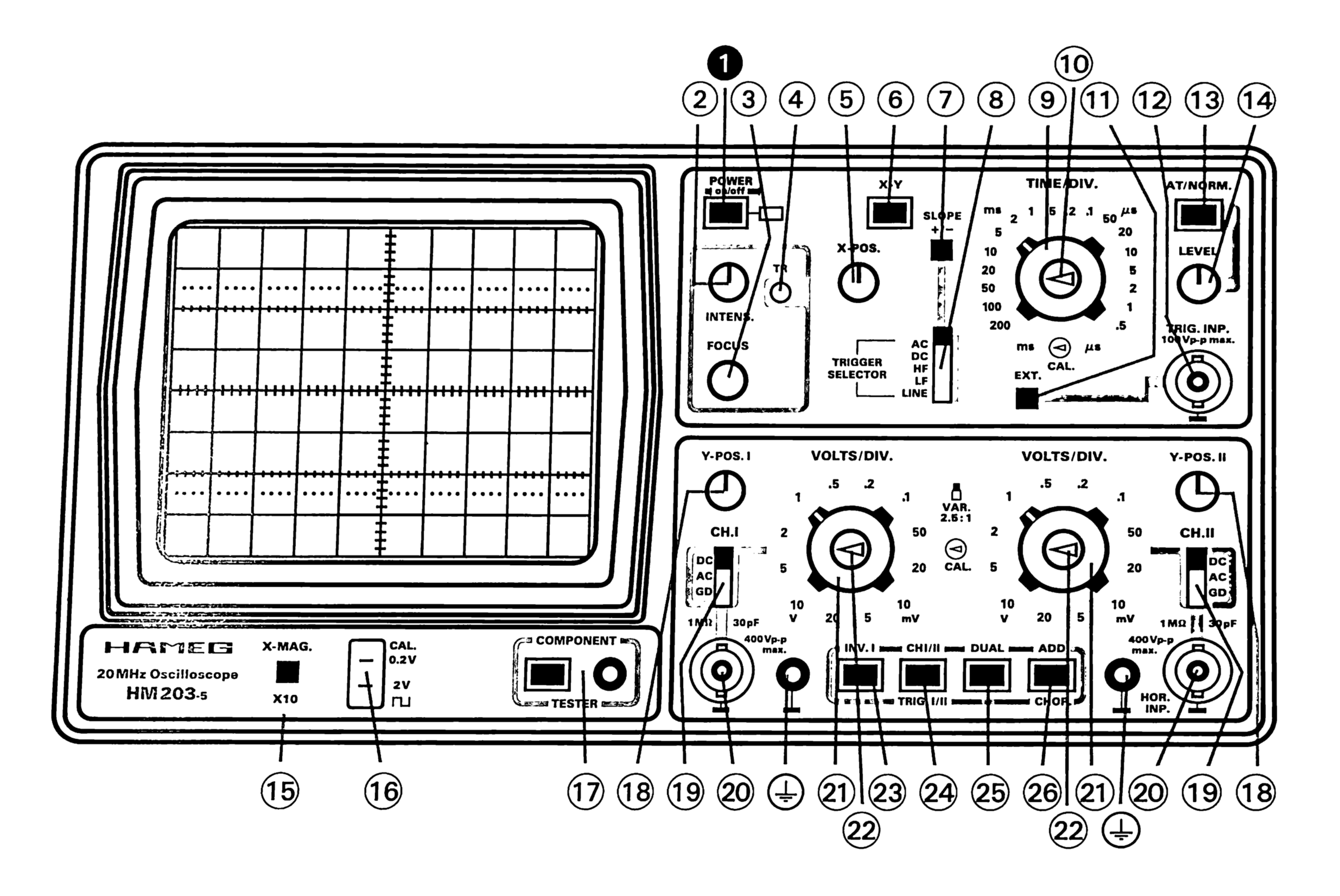
Komponenten-Test

Component-Tester-Taste drücken. Bauteil zweipolig an CT-Buchse und Masse-Buchse anschließen.
Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen.
Netzstecker ziehen, Verbindungen mit HM 203-5 lösen (Kabel, Tastteiler), dann erst testen.

Bedienungselemente HM 203-5 (Kurzbeschreibung – Frontbild)

Element	Funktion
● **POWER on/off** (Drucktaste und LED-Anzeige)	Netzschalter; Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an.
② **INTENS.** (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.
③ **FOCUS** (Drehknopf)	Schärfeeinstellung für den Kathodenstrahl. (Muß bei veränderter Helligkeitseinstellung nachgestellt werden).
④ **TR** Trimmpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit waagerecht gestellt.
⑤ **X-POS.** (Drehknopf)	Zur Strahlverschiebung in horizontaler Richtung.
⑥ **X-Y** (Drucktaste)	XY-Betrieb. Bei gedrückter Taste X-Y wird die interne Zeitablenkung abgeschaltet. Die externe Horizontalablenkung erfolgt über CH II-Eingang.
Achtung! Bei fehlender Zeitablenkung Einbrenngefahr.	
⑦ **SLOPE +/–** (Drucktaste)	Signaldarstellung beginnt mit steigender Flanke (Taste nicht gedrückt) oder mit fallender Flanke (Taste gedrückt).
⑧ **TRIG.** AC-DC-HF-LF-LINE (Schiebeschalter)	Wahl der Triggerankopplung: AC und DC bis 10 MHz, HF oberhalb 10 MHz, LF unterhalb 1 kHz. LINE für Triggerung mit Netzfrequenz.
⑨ **TIME/DIV.** (18stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0.5 µs/cm bis 200 ms/cm.
⑩ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Erhöht Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Rechtsanschlag). Für Zeitmessungen auf CAL. (Linksanschlag) stellen.
⑪ **EXT.** (Drucktaste)	Triggerung über externes Signal. Signalzuführung über Buchse TRIG. INP. ⑫
⑫ **TRIG. INP.** (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ⑪ gedrückt.
⑬ **AT/NORM.** (Drucktaste)	Automatische Triggerung (Taste nicht gedrückt) oder Normal-Triggerung (Taste gedrückt).
⑭ **LEVEL** (Drehknopf)	Einstellen des Triggerpunktes bei gedrückter Taste AT/NORM.
⑮ **X-MAG. X10** (Drucktaste)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10. Max. Auflösung = 50 ns/cm.
⑯ **CALIBRATOR 0.2 V-2 V**	Calibrator-Rechteckausgang, 0.2 V_{pp}. bzw. 2 V_{pp}
⑰ **COMPONENT TESTER** (Drucktaste und 4 mm-Buchse)	Bei gedrückter Taste arbeitet das Gerät als Komponententester. Das zu prüfende Bauteil wird an die Testbuchse u. eine Massebuchse angeschlossen.
⑱ **Y-POS.I, Y-POS.II** (Drehknöpfe)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I und II.
⑲ **CH. I** – DC,AC,GD **CH. II** – DC,AC,GD (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignalankopplung, Kanal I und II. DC = direkte Ankopplung, AC = Ankopplung über einen Kondensator, GD = Oszilloskop-Eingang kurzgeschlossen; Eingangssignal offen.
⑳ **CH. I, CH. II** (BNC-Buchsen und separate Massebuchsen)	Signaleingänge – Kanal I (links) bzw. Kanal II oder horizontaler X-Eingang (rechts). Eingangsimped. 1 MΩ II 30pF.
㉑ **Y**-Eingangsteiler Y-Verstärkung (12stufig. Drehschalter)	Calibrierter Eingangsteiler. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
㉒ Variable Y-Verstärkung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I bzw. II). Erhöht die Verstärkung max. um den Faktor 2,5 (Rechtsanschlag). Muß für Amplitudenmessungen in Stellung CAL. stehen (Linksanschlag).
㉓ **INV. I** (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird die Polarität von Kanal I umgedreht. (In Verbindung mit ADD-Taste ㉖ = Differenzdarstellung).
㉔ **CH I/II-TRIG. I/II** (Drucktaste)	Einkanalbetrieb (Taste DUAL nicht gedrückt): Taste nicht gedrückt = Darstellung von Kanal I. Taste gedrückt = Darstellung von Kanal II. Gleichzeitig Umschaltung der internen Triggerung.
㉕ **DUAL** (Drucktaste)	Bestimmt die Betriebsart EINKANAL (Taste nicht gedrückt) oder ZWEIKANAL (Taste gedrückt).
㉖ **ADD – CHOP.** (Drucktaste)	Wenn ADD allein gedrückt: Summe (I+II). Wenn ADD und INV. I gedrückt: Differenz (–I+II). CHOP. nicht und DUAL gedrückt: altern. Kanalumschaltung. CHOP. und DUAL gedrückt: Chopper-Kanalumschaltung.
Einstellung unterhalb des Gerätes:	
㉗ DC-Balance (Trimmpotentiometer)	Zur Korrektur der DC-Balance. Einstellung mit Schraubenzieher.

Änderungen vorbehalten


POWER on/off
INTENS.
FOCUS
TR
X-Y
X-POS.
SLOPE +/−
TRIGGER SELECTOR
AC
DC
HF
LF
LINE
TIME/DIV.
CAL.
EXT.
AT/NORM.
LEVEL
TRIG. INP. 100Vp-p max.
Y-POS. I
VOLTS/DIV.
VAR. 2.5:1
CAL.
Y-POS. II
CH.I
CH.II
DC
AC
GD
1MΩ 30pF
400Vp-p max.
INV. I
CHI/II
DUAL
ADD
TRIG. I/II
CHOP.
HOR. INP.
HAMEG
20MHz Oscilloscope
HM203-5
X-MAG.
X10
CAL.
0.2V
2V
COMPONENT
TESTER

Testplan

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM203-5 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Innern des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle drei Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM203-5 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe und Strahlbreite noch akzeptabel sind. ***Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste X-Y muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.*** Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsveränderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein „Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die Potentiometer für Hochspannung, minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Bildröhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben **FOCUS**-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem **FOCUS**-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des **FOCUS**-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Potentiometer von 50 kΩ (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. ***Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben.***

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INV. I** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahllage um etwa 5 mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100 kHz (Signalkopplung dabei auf **AC**). Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8 cm der **Y-POS. I**-Knopf nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1 cm sind noch zulässig.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa ***10 Minuten Einschaltzeit*** wird die Zeitlinie exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahllage um nicht mehr als 5 mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Y-Vorverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflußt. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des betreffenden Teilerschalters über alle Stellungen ohne Signal die vertikale Strahllage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Calibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Calibrators geben eine Rechteckspannung von ***0,2 V_{ss}*** bzw. ***2 V_{ss}*** ab. Sie haben normalerweise eine Toleranz von nur 1 %. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2 V-Ausgangs-Öse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß

das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm** ***4cm hoch*** sein (Feineinstellknopf des Teilerschalter auf Linksanschlag **CAL.**; Signalankopplung **DC**). Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen der 2V-Ausgangs-Buchse und Meßeingang ein ***Tastteiler 10:1*** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Calibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die vertikale Strahllage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf am Teilerschalter erhöht am Rechtsanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **0.1V/cm**, soll sich die Calibratorsignal-Höhe von 2cm auf mindestens 5cm ändern.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z.B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Calibrationsstellung **CAL.**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann. Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor den Verstärker geschaltete ***Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert***. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z.B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. $40V_{ss}$ zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter ***2:1-Vorteiler*** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden. (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1 MΩ-Widerstand (±1%) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **I** bzw. **II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feineinstellknopf auf **CAL.**; Signalankopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INV.I und XY-Betrieb

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei um maximal 0,5mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.**-Schalter dabei auf **1µs/cm**; Tasten **DUAL** und **CHOP.** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf −2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (500kHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **CHOP.** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** (nur Taste **ADD** gedrückt) oder **−I+II**-Betrieb (Taste **INV. I** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit ***beiden*** **Y-POS.**-Knöpfen.

Bei XY-Betrieb (**X-Y**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**CAL.**) stehen und die Dehnungstaste **X-MAG. X10** nicht gedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von ***4cm*** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CH I/II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM203-5 sollte sie bei 3 bis 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikaleingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz bei automatischer Triggerung (**AT/NORM.**-Taste nicht gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**AT/NORM.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Hierbei muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **SLOPE +/–** Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM203-5 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 40MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind mindestens 0,6V_{ss} Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. INP.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität überprüft. Nur in der **TRIG.**-Wahlschalterstellung **LF** ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur in Stellung **AC** (evtl. **DC**) auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Calibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung **LF** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Wird mit einem ***Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil*** intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIG.**-Wahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine ***korrekte DC-Balance-Einstellung*** des Vertikalverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Werden beide Vertikalverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung der Taste **CH.I/II-TRIG.I/II** oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der ***Netztriggerung (50-60Hz)*** in Stellung **LINE** des **TRIG.**-Wahlschalters ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) laßt sich die dargestellte Signalhöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die ***Zeitlinie 10cm lang*** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer für die Sweep-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIME/DIV.**-Schalterstellung **5µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinsteller auf **CAL.** einzurasten. Die Taste **X-MAG. X10** soll nicht gedrückt sein. Dies gilt, bis deren einzelne Änderungsbereiche kontrolliert werden. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Einsteller auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIME/DIV.**-Schalter auf **200ms/cm** stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des HM203-5 werden zwar mit ±3% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d.h. ***alle cm ein Kurvenzug*** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS.**-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzuges genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10ms/cm** mit Netzfrequenz ***50Hz*** kontrollieren. Es wird dann bei **20ms/cm** alle cm und bei **10ms/cm** alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators (z.B. HZ62) empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quarzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Impulse im Abstand von 1cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

200	ms/cm –	5	Hz	0.2	ms/cm –	5	kHz
100	ms/cm –	10	Hz	0.1	ms/cm –	10	kHz
50	ms/cm –	20	Hz	50	µs/cm –	20	kHz
20	ms/cm –	50	Hz	20	µs/cm –	50	kHz
10	ms/cm –	100	Hz	10	µs/cm –	100	kHz
5	ms/cm –	200	Hz	5	µs/cm –	200	kHz
2	ms/cm –	500	Hz	2	µs/cm –	500	kHz
1	ms/cm –	1	kHz	1	µs/cm –	1	MHz
0.5	ms/cm –	2	kHz	0.5	µs/cm –	2	MHz

Dreht man den Zeit-Feineinsteller bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug ***mindestens 2,5cm*** horizontaler Länge (Taste **X-MAG. X10** ungedrückt; Messung bei **50µs/cm**).

Drückt man die Taste **X-MAG. X10**, dann erscheint nur alle ***10cm*** (±5%) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf **CAL.**; Messung bei **5µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **50µs/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei offener CT-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von ***ca. 8cm Länge*** erscheinen. Verbindet man die CT-Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von ***ca. 6cm Höhe*** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u.a. abhängig von der Netzspannung.

Korrektur der Strahllage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5° zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittelinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (rechts neben dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg ***nach beiden Seiten*** um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM203-5 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,57° (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Steht ein kontinuierlich einstellbarer Netztrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das ***Verhalten bei Netzspannungsänderungen*** überprüft werden. Innerhalb einer Schwankung von ±10% bezogen auf die am Spannungswähler (Rückwand) eingestellte Netzspannung dürfen sich im normalen Oszilloskop-Betrieb weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM203-5 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden anhand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Absspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer (ab 5.8.84 Vorwahl für Frankfurt: 069) 0611 / 679900 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch „Garantie", Seite M 2).

Öffnen des Gerätes

Löst man die zwei Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist die Netzkabel-Steckdose aus dem eingebauten Kaltgerätestekker herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung
Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM203-5 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2kV und die der Endstufen etwa 170V beträgt. Solche Potentiale befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen, der unteren und der direkt neben dem Röhrenhals befindlichen Leiterplatte. Solche Potentiale sind ferner an den Check-Leiste auf der unteren und der oberen Leiterplatte vorhanden. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle Anschlüsse der Check-Leisten 1 Sekunde lang über 1kΩ mit Masse (Chassis) verbunden werden.

Größte Vorsicht ist mit dem Umgang der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (Lötkolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Bildröhrenheizung (6,3V) und Komponenten-Tester bzw. Netztriggerung (12V) werden im HM203-5 acht Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+24V, 2x +12V, +5V, −12V, +170V, −1900V, 22V für die Helltast-Schaltung). Bis auf die 170V (X-Endstufe) und die Hochspannung sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Im Falle einer größeren Abweichung als ±5% vom Sollwert muß ein Defekt vorliegen. Für die Korrektur der beiden einstellbaren Spannungen befinden sich im Gerät zwei Potentiometer 2,5kΩ und 5kΩ. Mit diesen werden, gemessen an der Check-Leiste, genau +170V bzw. −1900V gegen Masse eingestellt. (siehe Abgleichplan). Für die Messung der Hochspannung und der 22V-Helltastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10MΩ) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der oberen Leiterplatte zwei 500kΩ-Potentiometer (siehe Abgleichplan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter **X-Y**-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der unteren Leiterplatte befindet sich ein 50kΩ-Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwi-

schen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +85V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Die Astigmatismuskorrektur erfolgt am besten mit einem hochfrequenten Rechtecksignal (z.B. 1MHz). Dabei werden mit dem **FOCUS**-Knopf zuerst die ***waagerechten*** Rechtecklinien scharf eingestellt. Dann wird am Astigm.-Pot. **VR81** die Schärfe der ***senkrechten*** Linien korrigiert. In dieser Reihenfolge wird die Korrektur mehrmals wiederholt. Der Abgleich ist beendet, wenn sich mit dem **FOCUS**-Knopf ***allein*** keine Verbesserung der Schärfe in ***beiden*** Richtungen mehr erzielen läßt.

Triggerempfindlichkeit

Die interne Triggerschwelle sollte bei 3 bis 5mm Bildhöhe liegen. Sie hängt stark vom Komparator-IC 710 CN ab. Falls aus zwingenden Gründen dieser Komparator ausgewechselt werden muß, kann es toleranzbedingt vorkommen, daß die Triggerung zu empfindlich oder zu unempfindlich ist (siehe Testplan: „Kontrolle Triggerung", T 3). Dann sollte die Triggerschwelle an dem im Abgleichplan mit „Trig. threshold" bezeichneten 1MΩ-Potentiometer korrigiert werden. Eine zu empfindliche Triggerung führt zu Schwierigkeiten (Doppelschreiben, vorzeitige Auslösung durch Störimpulse und Rauschen). Eine zu unempfindliche Triggerung verhindert die Darstellung sehr kleiner Signalhöhen.

Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen kontinuierlich einstellbaren Netz-Trenntrafo (Schutzklasse II), einen Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen (max. ca. 170V) lebensgefährlich). Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, **mit längeren vollisolierten Tastspitzen** zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

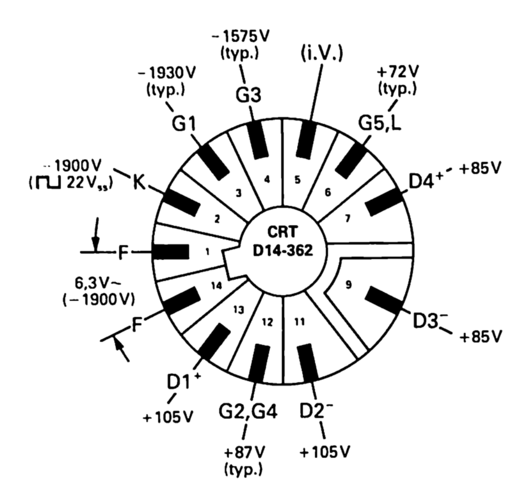
Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich.

Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zum Netztransformator, zu Frontchassisteilen, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Ferner sind die Lötanschlüsse der Transistoren und Festspannungsregler am unteren Rand des Rückchassis zu kontrollieren. Diese visuelle Inspektion kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist – abgesehen von der Netzspannungs- und Sicherungskontrolle – das Messen der Plattenspannungen an der Bildröhre. In 90% aller Fälle kann dabei festgestellt werden, welches Hauptteil fehlerhaft ist. Als Hauptteile sind anzusehen:

1. Y-Ablenkeinrichtung
2. X-Ablenkeinrichtung
3. Bildröhrenkreis
4. Stromversorgung

Während der Messung müssen die **POS.**-Einsteller der beiden Ablenkrichtungen möglichst genau ***in der Mitte ihres Stellbereiches*** stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y ≈85V und X ≈105V). Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkplattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.



Spannungen an der Strahlröhrenfassung

Austausch von Bauteilen

Beim Austausch von Bauteilen dürfen nur Teile gleichen oder gleichwertigen Typs eingebaut werden. Widerstände ohne besondere Angabe in den Schaltbildern haben eine Belastbarkeit von 0,25W und eine Toleranz von 2%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet

sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Dies trifft insbesondere für alle Gate-Dioden 1N4154 und alle im Gegentakt geschalteten Verstärker-Transistoren (einschließlich der FETs) zu. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, sollten gleich alle Gate-Dioden bzw. beide Gegentakt-Transistoren einer Stufe durch selektierte ersetzt werden, weil sich Abweichungen der spezifischen Daten oder Funktionen ergeben können. Der HAMEG-Service berät Sie gern und beschafft selektierte oder Spezialteile, die nicht ohne weiteres im Handel erhältlich sind (z.B. Bildröhre, Netztrafo, Potentiometer, Drosseln usw.).

Auswechslung des Netztransformators

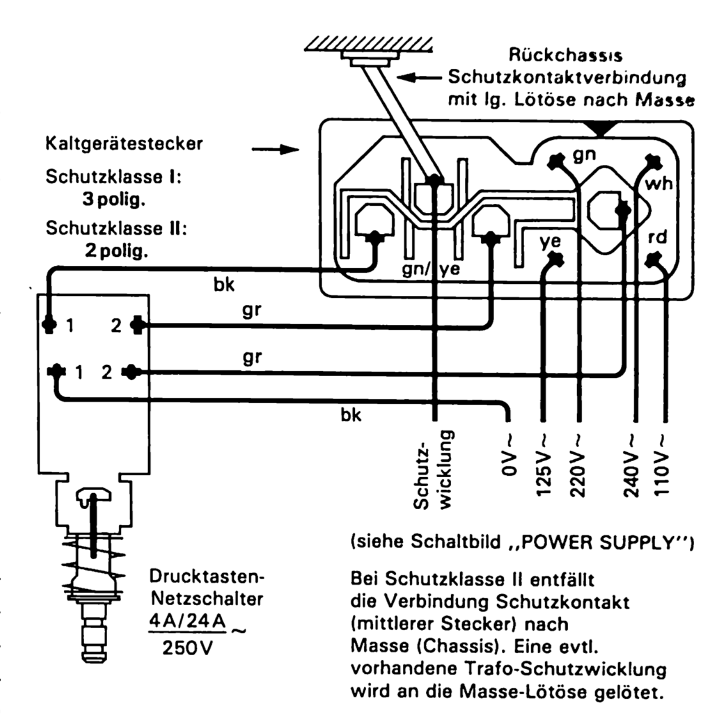
Sollte es einmal notwendig sein, den Netztrafo auszutauschen, ist nicht nur auf die richtige Anschlußfolge (Farbkennzeichnung) für Primär- und Sekundärwicklung zu achten (siehe Netztrafo-Schaltplan). Es sind auch die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen (VDE 0100, VDE 0411) einzuhalten. Wir verweisen hier nur auf die folgenden, die sich insbesondere auf die Primärseite beziehen:

- Das Gerät muß so gebaut sein, daß ein Überbrücken der Isolierung zwischen Teilen und Stromkreisen, die mit dem Versorgungsnetz verbunden sind, und den berührbaren Metallteilen durch zufälliges Lösen von Leitungen, Schrauben usw. verhindert ist.

- Die Verdrahtungsfestigkeit darf nicht nur auf Lötverbindungen beruhen. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Drahtenden der Primärwicklung (und der Draht zwischen Netzschalter und Kaltgerätestecker) durch eine Lötöse geführt, danach umgebogen (mit Zange) und erst dann verlötet werden.

- Schutzleiteranschluß: Verbindungsquerschnitt zwischen Kaltgerätestecker und Rückchassis mindestens $0{,}75\,mm^2$. Rückchassis-Lötöse gegen Verdrehung und Lösen gesichert (z.B. mit Fächerscheibe).

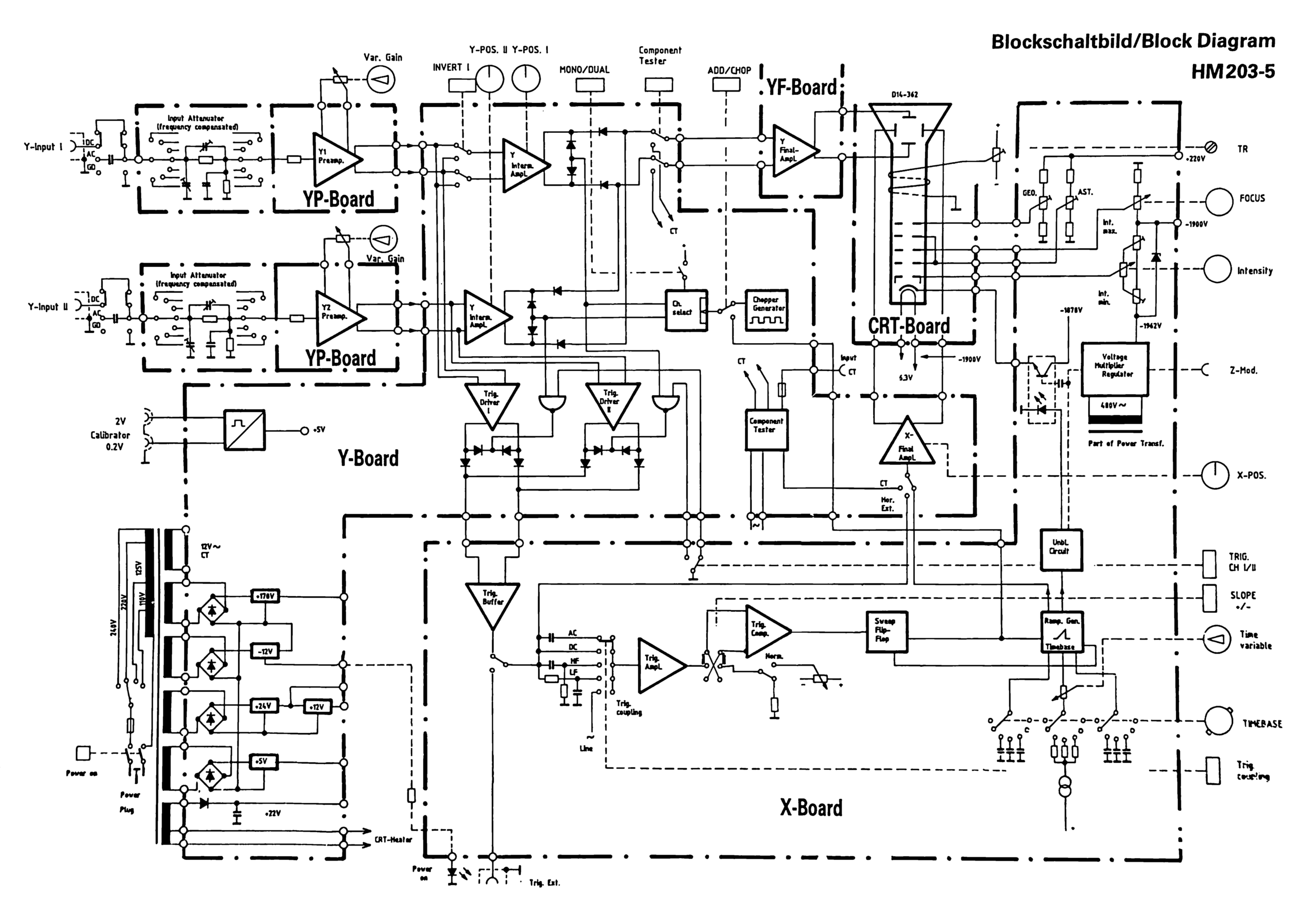
Nach dem Netztrafo-Austausch müssen Drahtabschnitte, Lötzinnreste und andere Fremdkörper aus dem offenen Gerät und vor allem aus dem offenen Isoliergehäuse des Kaltgerätesteckers durch Schütteln, Pinseln und Ausblasen entfernt werden. Danach wird der Schiebedeckel des Isoliergehäuses eingeschoben. Vor dem Anschluß an das Netz sollte der Isolationszustand zwischen den einzelnen Netzpolen des Kaltgerätesteckers und dem Chassis (=Schutzleiteranschluß) geprüft werden. Dazu muß eine evtl. defekte Sicherung ausgetauscht und die Netztaste eingedrückt sein. Erst nach beendeter Isolationsprüfung darf eine Funktionskontrolle mit Netzspannung unter den notwenigen Vorsichtsmaßnahmen am offenen Chassis erfolgen.



Rückansicht Netzschalter und Kaltgerätestecker mit Sicherungs-Spannungswähler

Abgleich

Gemäß vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, in den Schaltplänen, im Testplan und auf dem ***Abgleichplan*** lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten Potentiometer und Trimmer im Innern des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Potentiometer-Einstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.


Blockschaltbild/Block Diagram
HM203-5
Y-Input I
Y-Input II
Input Attenuator
(frequency compensated)
Var. Gain
Y1 Preamp.
Y2 Preamp.
YP-Board
INVERT I
Y-POS. II Y-POS. I
MONO/DUAL
Component Tester
ADD/CHOP
YF-Board
Y Interm. Ampl.
Y Final-Ampl.
Ch. select
Chopper Generator
Trig. Driver I
Trig. Driver II
2V
Calibrator
0.2V
+5V
Y-Board
D14-362
CRT-Board
-1900V
6.3V
Input
CT
X-Final Ampl.
Hor. Ext.
Component Tester
GEO.
AST.
TR
+220V
FOCUS
Intensity
Int. max.
Int. min.
-1878V
-1962V
Voltage Multiplier Regulator
480V~
Part of Power Transf.
Z-Mod.
X-POS.
Unbl. Circuit
TRIG. CH I/II
SLOPE +/-
Time variable
TIMEBASE
Trig. coupling
Ramp. Gen.
Timebase
Sweep Flip-Flop
Trig. Comp.
Norm.
Trig. Ampl.
Trig. Buffer
AC
DC
HF
LF
Line
X-Board
12V~ CT
+170V
-12V
+24V
+12V
+5V
+22V
CRT-Heater
240V
220V
125V
110V
Power on
Power Plug
Trig. Ext.

Bezeichnung der Bauteile / Identification of electrical components

	Bauteile-Nr. Component-No.		Auf Board # On Board #
Y (Kanal I)	100-199	Y (Channel I)	EY1 ①, XY ③
Y (Kanal II)	200-299	Y (Channel II)	EY2 ②, XY ③
Y Endverstärker	300-399	Y Final Amplifier	YF ④
Triggerung	400-499	Triggering	TB ⑤
Zeitbasis	500-599	Timebase	TB ⑤
X Endverstärker	700-799	X Final Amplifier	XY ③
Asigmatismus, Componenten-Tester Calibrator	800-899	Astigmatism, Component-Tester Calibrator	XY ③
Hochspannung, Helltastung, Strahldrehung	900-999	High Voltage, Unblanking Trace Rotation	TB ⑤
Netzteil	1000-1099	Power Supply	XY ③, TB ⑤
CRT-Sockel	–	CRT Socket	CRT ⑥

Abkürzungen / Abbreviations

AI...	Gerätestecker	/ Appliance inlet
BR...	Brückengleichrichter	/ Bridge rectifier
C...	Kondensator	/ Capacitor
ChP...	Testpunkt	/ Check point
CN...	Steckverbinder	/ Connector
CRT...	Kathodenstrahlröhre	/ Cathode-ray tube
D...	Diode	/ Diode
E...	Lötöse	/ Eyelet
F...	Sicherung	/ Fuse
IC...	Integr. Schaltung	/ Integrated Circuit
L...	Spule, Drossel	/ Inductor, Coil
LED...	Leuchtdiode	/ Light emittig diode
NTC...	NTC-Widerstand	/ NTC resistor
P...	Stecker	/ Plug
R...	Widerstand	/ Resistor
S...	Schalter	/ Switch
T...	Transistor	/ Transistor
TR...	Transformator	/ Transformer
VC...	Trimmkondensator	/ Variable capacitor
VR...	Potentiometer	/ Variable resistor
VVC...	Kapazitätsdiode	/ Voltage variable capacitor
W...	Draht	/ Wire
Z...	Zenerdiode	/ Z-Diode

TB-Board 3..

P2-3/1

1 6

Stecker Plug

Buchse Socket

1 6

Draht Wire

1 6

W2-3/1

Y-Board 2..

Widerstand- / Resistor identification

- Widerstand / Resistor 0.25W 2 % (carbon film)
- Widerstand / Resistor 0.25W 1 % tc = $50 \cdot 10^{-6}$/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.25W 0.5 % tc = $50 : 10^{-6}$/K (metal film)
- Widerstand / Resistor 0.5W 2 % (carbon film)
- 4 Widerstand / Resistor 4W 2 % tc = $400 \cdot 10^{-6}$/K (metal oxide film)

Beispiel: P2-3/1-5 bzw. W2-3/1-5

P = Flachkabelstecker (auf Board ..)
W = Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
2-3 = Verbindung zwischen Board 2 und Board 3
1 = 1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
5 = Draht-Nummer des Flachkabels

Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively

P = Flat cable plug (soldered on board)
W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable)
2-3 = Connection between Board 2 (Y-Board) and Board 3 (TB-Board)
1 = First flat cable connection between Board 2 and 3
5 = Serial number of the wire (in the flat cable)

Farbkennzeichnung der Anschlußdrähte / Color-Abbreviations for insulated wire

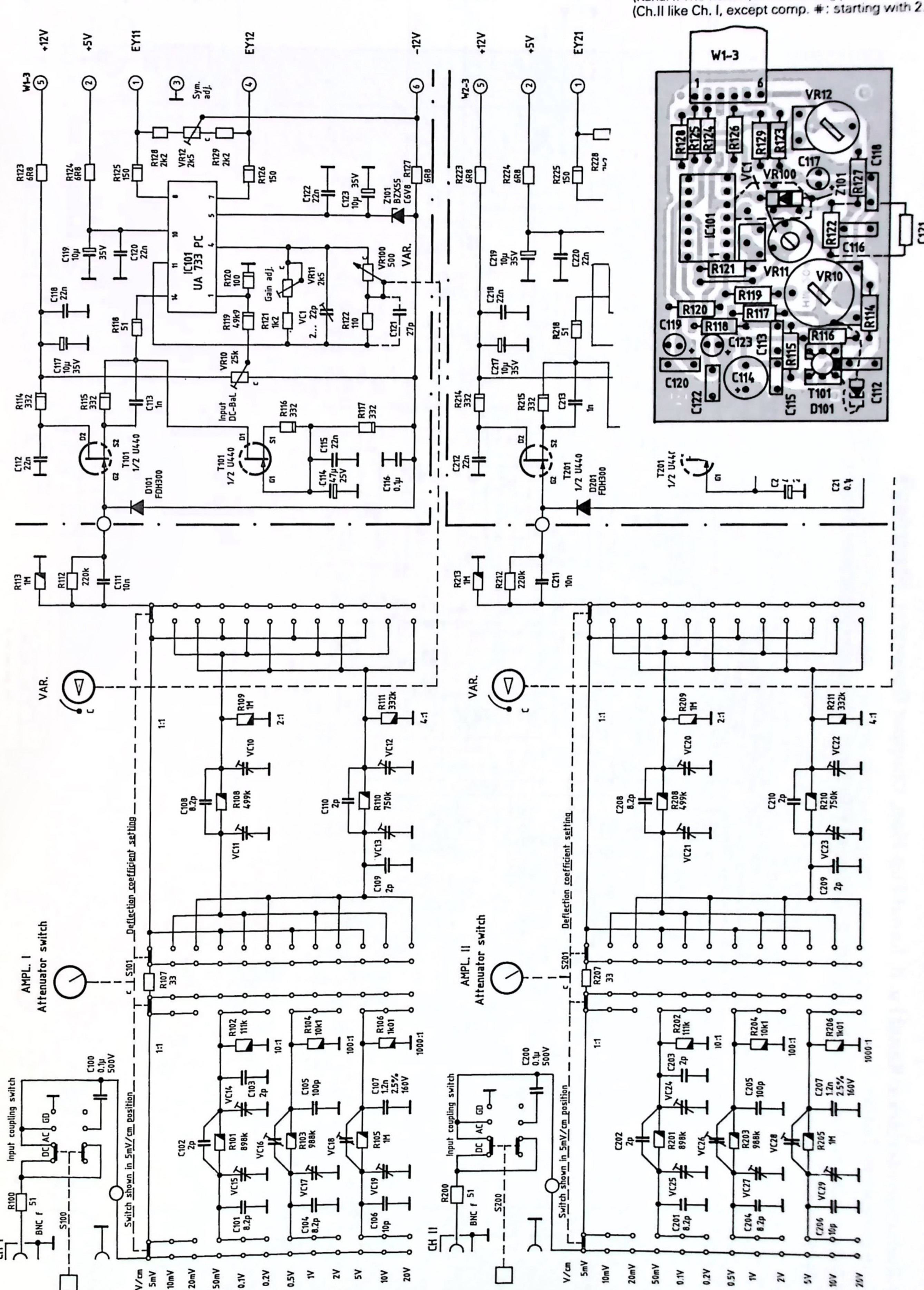
bk	= schwarz	/ black	ye	= gelb	/ yellow	gr	= grau	/ grey
bn	= braun	/ brown	gn	= grün	/ green	wh	= weiß	/ white
rd	= rot	/ red	bl	= blau	/ blue	trp	= transparent	/ transparent
or	= orange	/ orange	vi	= violett	/ violet	gn/ye	= grün-gelb	/ green-yellow stripe

Anschlußfolge der Transistoren / Terminals of Transistors	BC 237 B, BC 550 C, BC 557 B, BC 547 C, BF 297	BF 199, BF 440	BF422, BF 423	BF 458, BF 459, BUX 86/87, BD 232	BSX 19	U 440	78 XXCU
Ansicht von unten / Bottom View	E B C	B E C	B C E	B C E	E B C	G1 S2 D1 D2 S1 G2	Output Input Common 2 3 1
Ansicht von oben / Top View	E B C	B E C	B C E	E C B	E B C	S2 G1 D2 D1 G2 S1	Input Output Common 1 3 2

Y-Eingang, Teilerschalter, Vorverstärker Kanal I/II
Y-Input, Attenuator, Preamplifier Channel I and Channel II

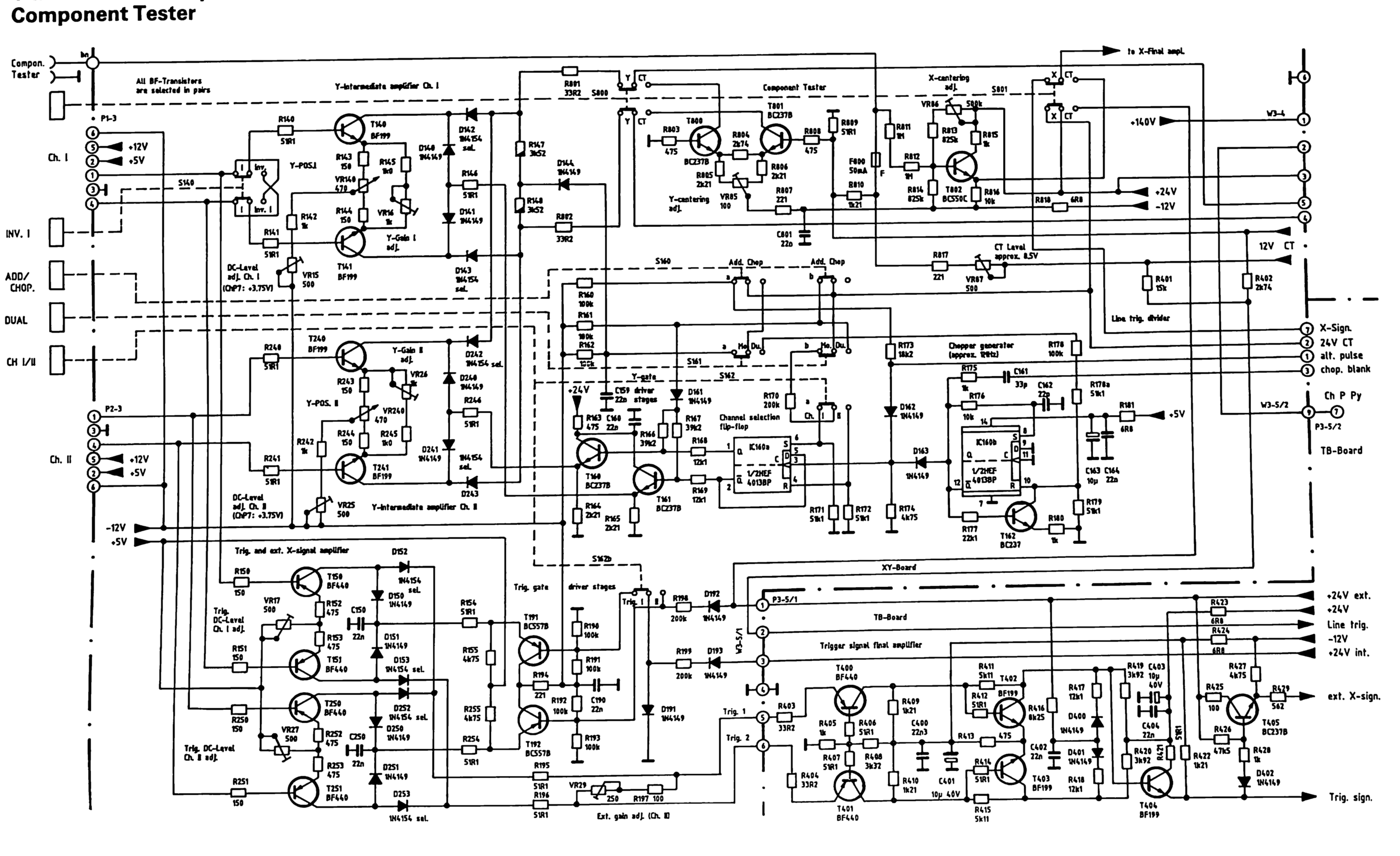
Bestückungsplan EY-Board
Component Locations EY-Board

(Kanal II wie Kanal I, Numerierung jedoch 2..)
(Ch.II like Ch. I, except comp. #: starting with 2..)

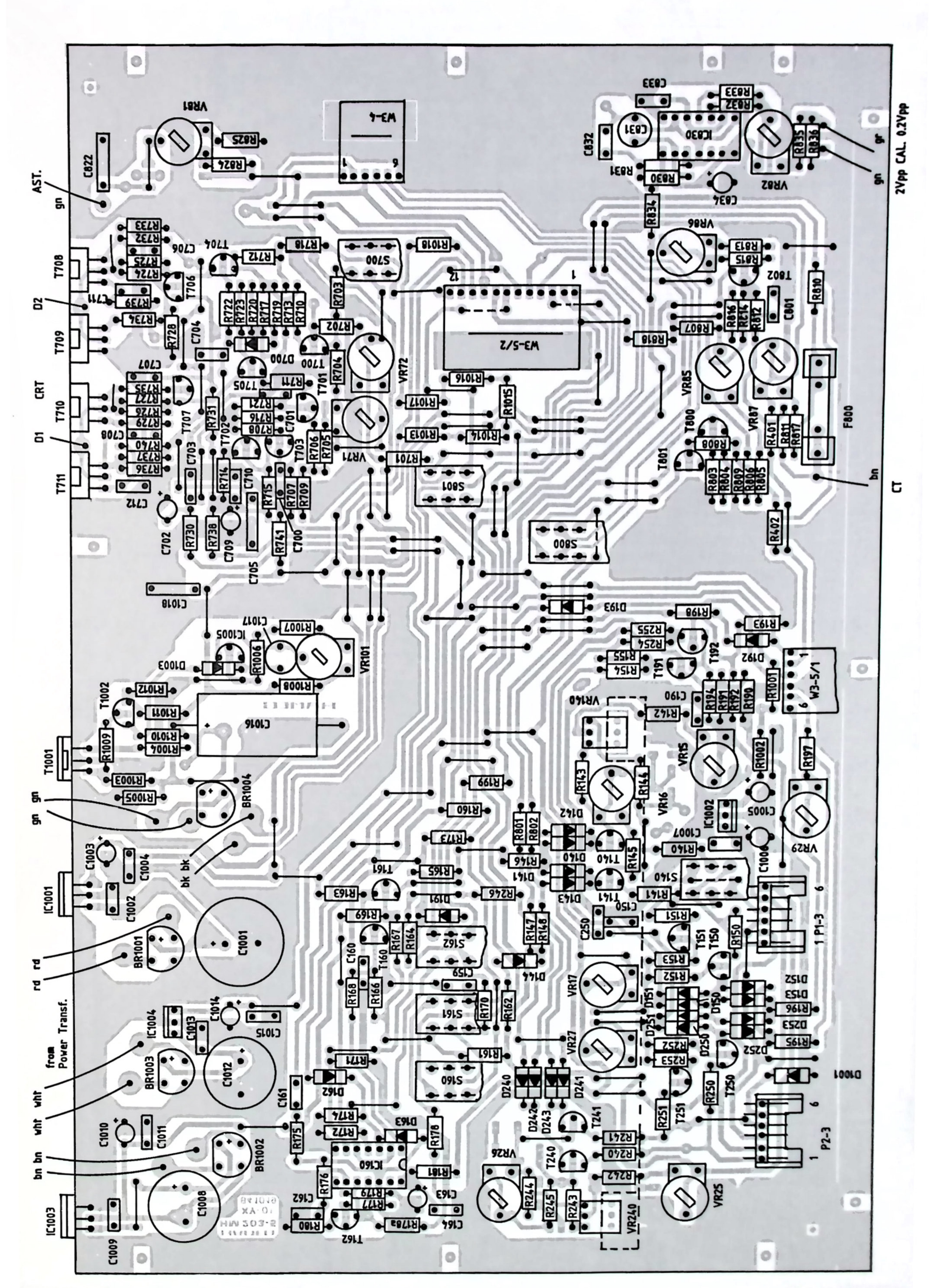


Y-Zwischenverstärker Kanal I u. II, Kanal-Flip-Flop, Chopper Generator, Steuerlogik, Componenten Tester

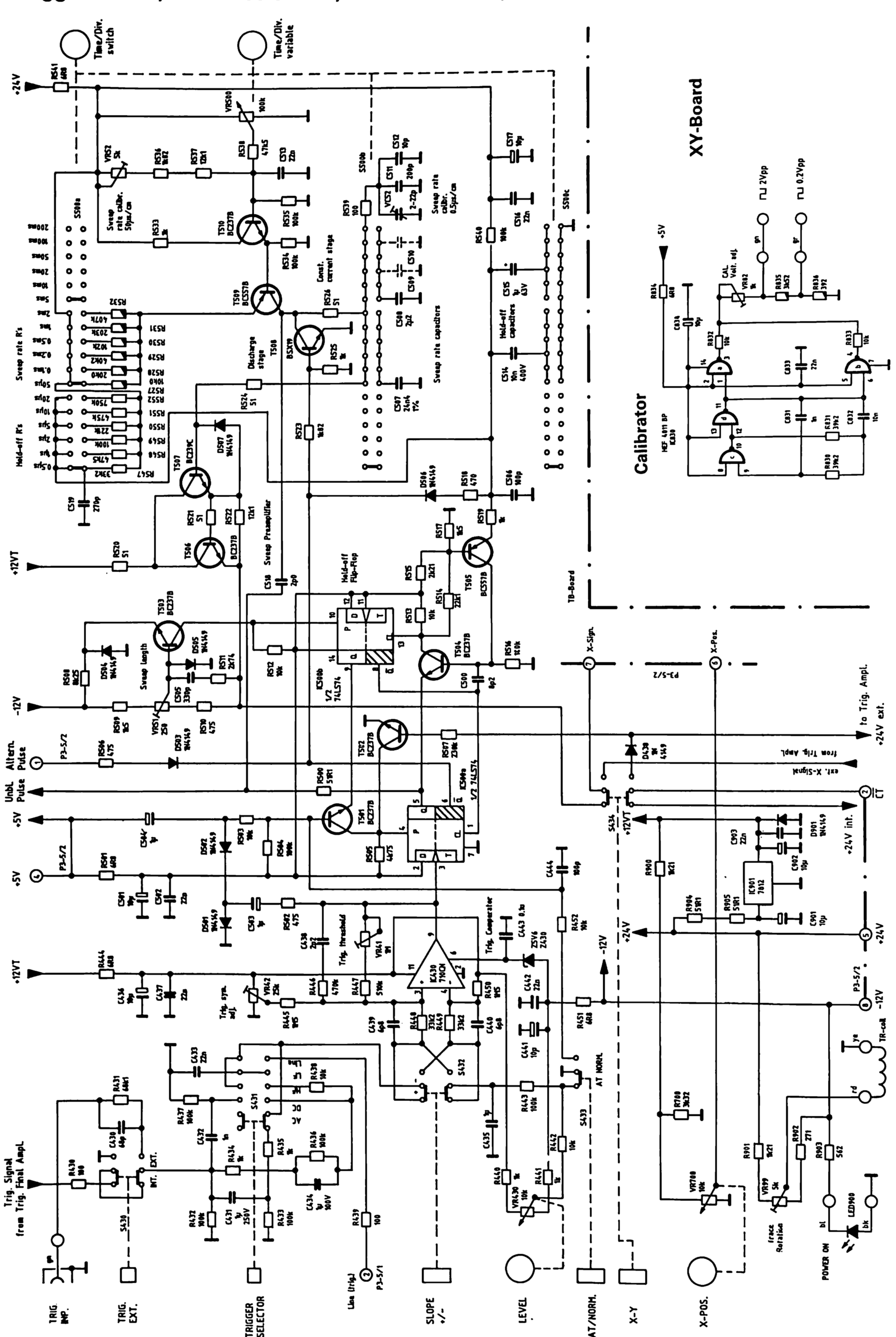
Y-Intermediate Amplifier Ch. I u. Ch. II, Channel Flip-Flop, Chopper Generator, Gates, Component Tester



Bestückungsplan, XY-Board
Component Locations, XY-Board



Trigger-Schaltung, Zeitbasis, Spannung 12 VT, Strahldrehung, Calibrator
Trigger Circuit, Timebase Circuit, LV-Power 12 VT, Trace Rotation, Calibrator



Änderungen vorbehalten/Subject to change without notice

Bestückungsplan TB-Board
Component Locations TB-Board

TR-coil

ye

rd

LED

Power on

bl

bk

Trig. ext.

gn

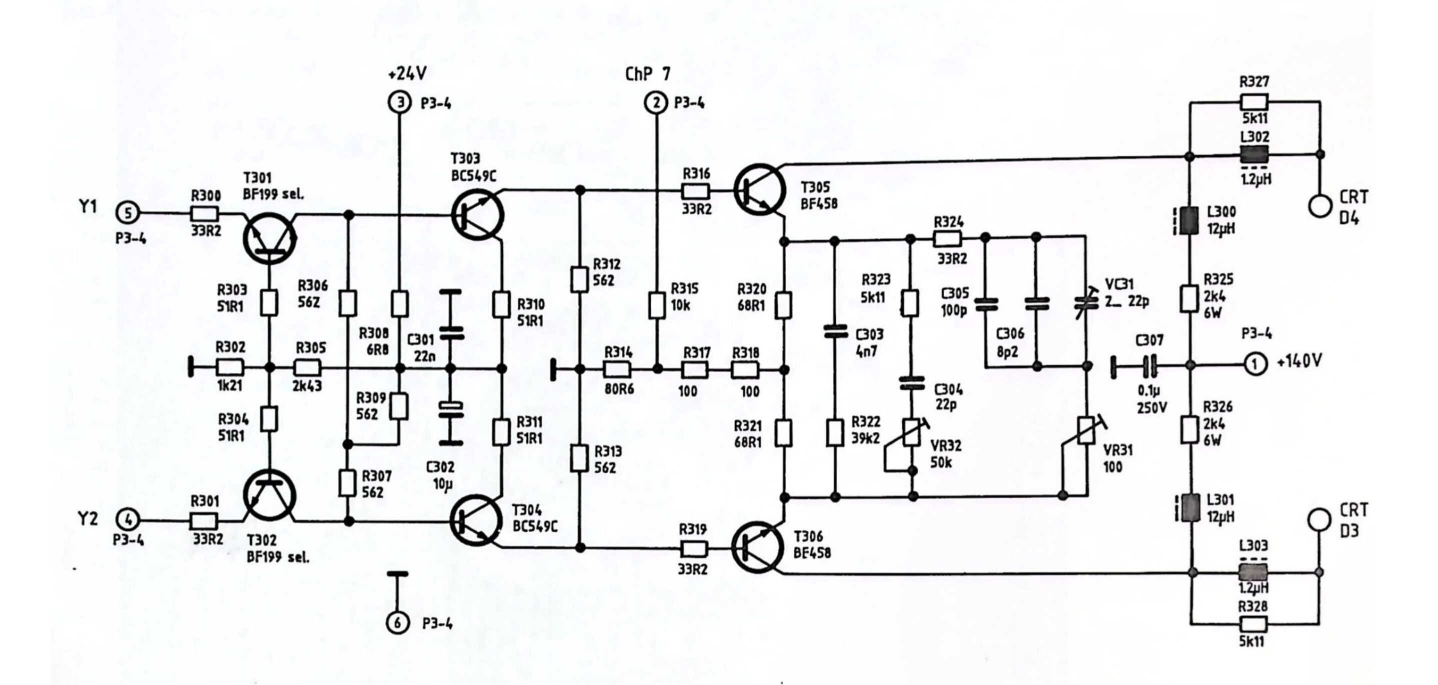
from Power Transf.

vi

ye

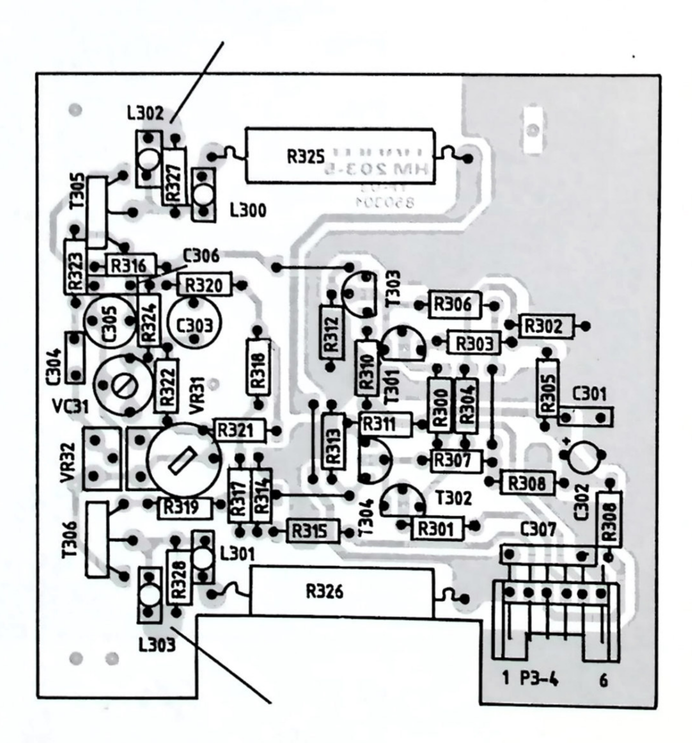
rd

Y-Endverstärker
Y-Final Amplifier



Bestückungsplan YF-Board
Component Locations

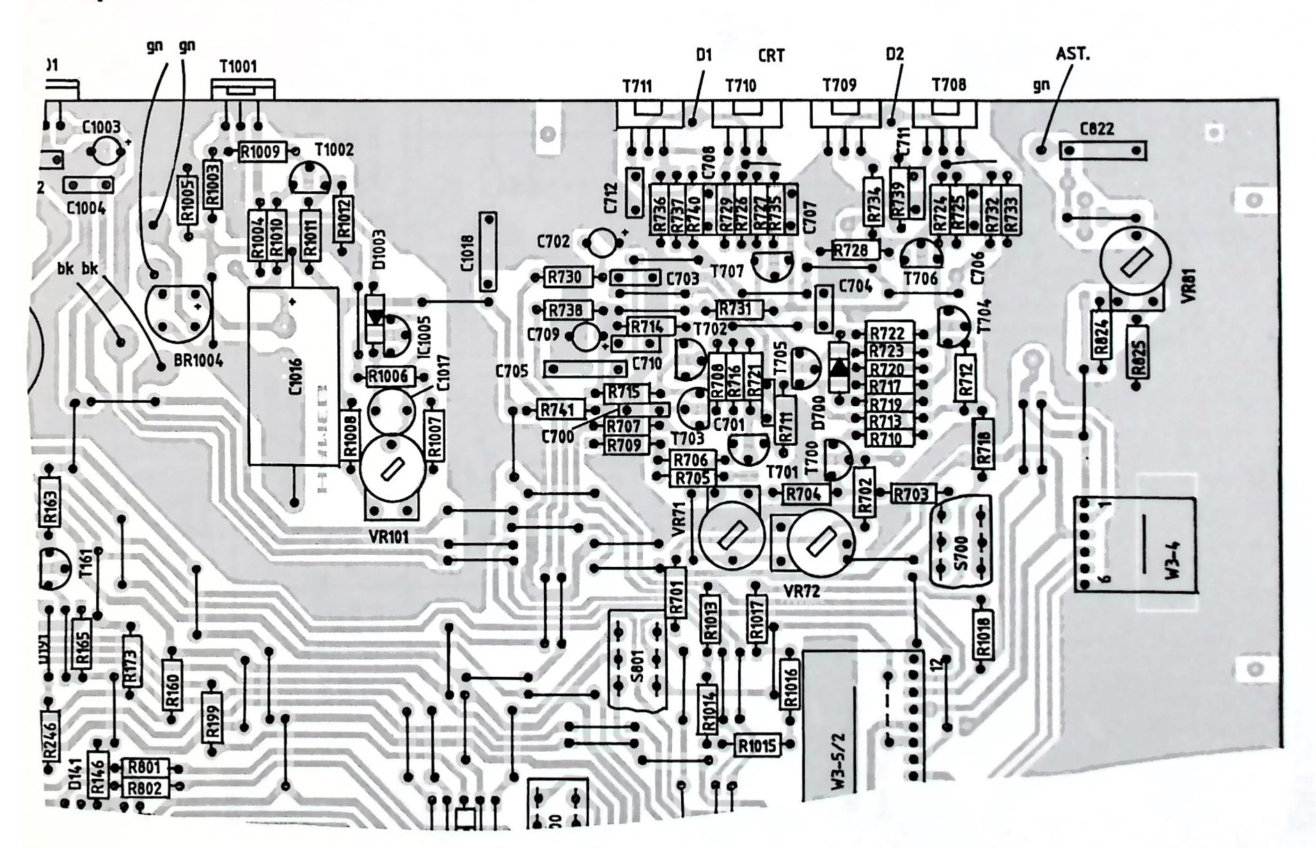
HM203-5



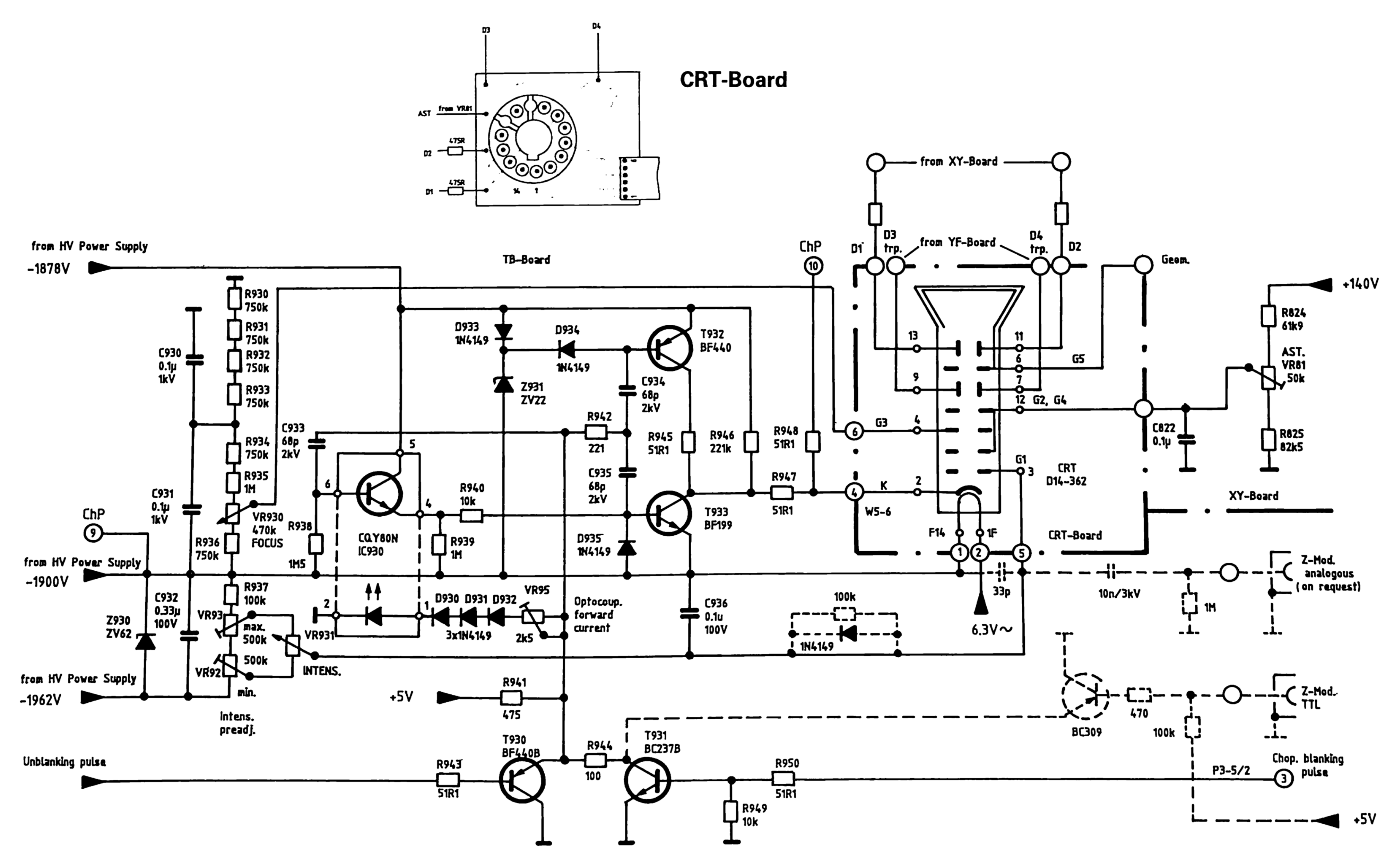
X-Endverstärker
X-Final Amplifier

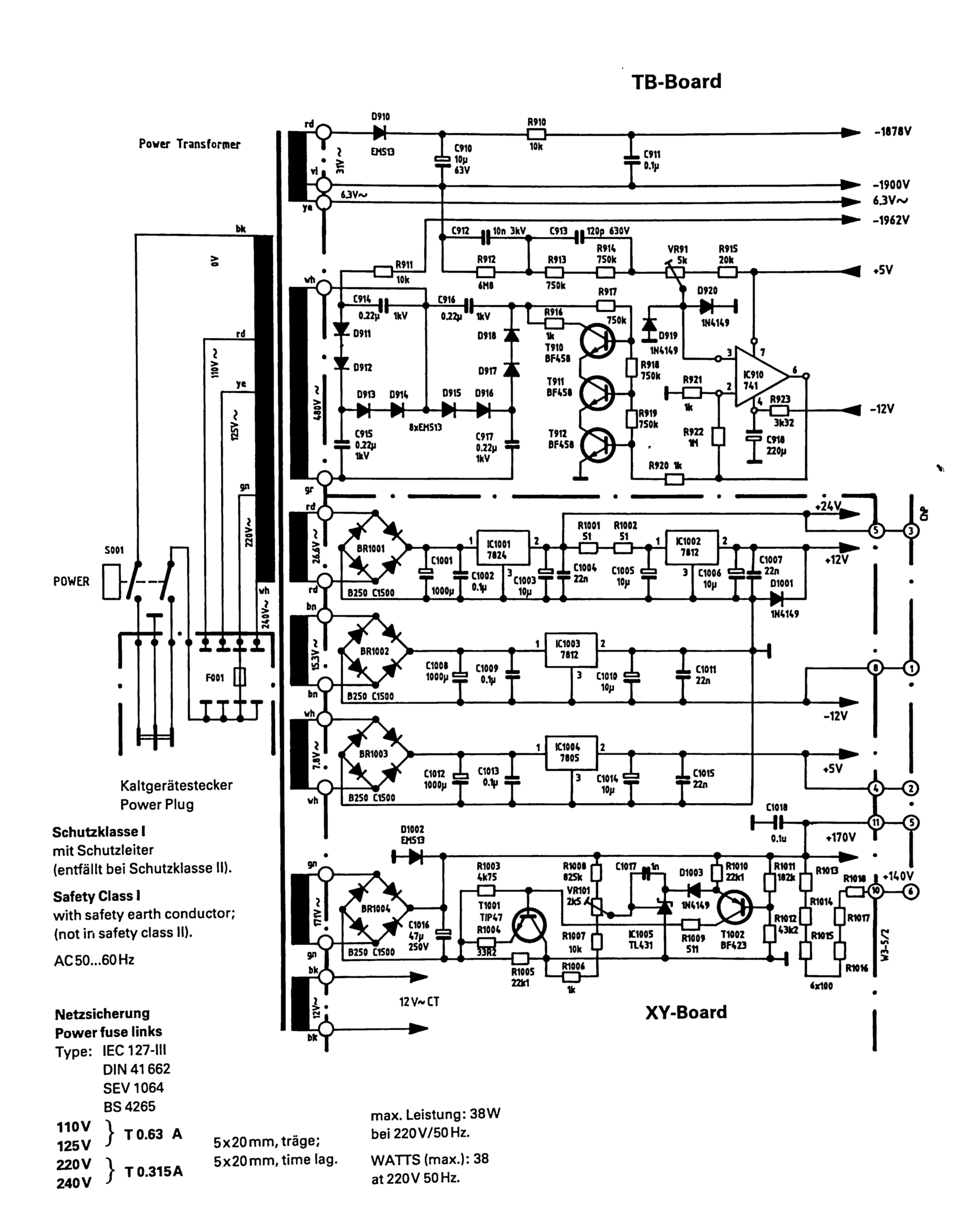
X-Input
R701 33R2
R702 33R2
T700 BC557
X-MAG. X10
S700
X1 X10
R703 68R1
R704 825
R705 39k2
R706 39k2
R709 8k25
VR72 100
VR71 1k
R710 51R1
R711 51R1
T701 BC557
R712 51k1
R713 51k1
R717 51k1
R718 10k
R719 1k5
R720 1k5
D700 1N4149
T704 BF199
T705 BF199
R722 3k32
R723 3k32
C704 22n
wired capacitor
R724 111k
R725 111k
T706 BF199
R728 51R1
R729 51R1
T707 BF199
R726 111k
R727 111k
wired capacitor
C705 0.1µ
R732 2k21
R739 475
C711 10n 400V
T708 BF472
C706 10n
R733 111k
R734 10
T709 BF458
C707 22n
R735 10
T710 BF458
C708 10n
R736 111k
T711 BF472
C712 10n 400V
R737 2k21
R740 475
R731 475
C709 10µ
C710 22n
R741 6R8
+170V
CRT D2
CRT D1
C701 22n
R721 2k74
T702 BC237B
R714 51R1
R715 15k
T703 BC307B
from VR700 (X-POS.)
W3-5/2
R707 15k
C700 22n
R708 82K5
R716 51R1
C702 10µ
C703 22n
TB-Board
W3-5/2
P3-5/2
PX ChP
R738 6R8
+24V
R730 6R8
-12V

Bestückungsplan (auf XY-Board)
Component Locations (on XY-Board)



Kathodenstrahlröhre, Helltastung
CRT-Circuit, Unblanking




TB-Board
Power Transformer
-1878V
-1900V
6.3V~
-1962V
+5V
-12V
+24V
+12V
-12V
+5V
+170V
+140V
XY-Board
12V~ CT
POWER
S001
F001
BR1001
BR1002
BR1003
BR1004
IC1001 7824
IC1002 7812
IC1003 7812
IC1004 7805
IC910 741
IC1005 TL431
T910 BF458
T911 BF458
T912 BF458
T1001 TIP47
T1002 BF423
8xEMS13
B250 C1500
Kaltgerätestecker
Power Plug
Schutzklasse I
mit Schutzleiter
(entfällt bei Schutzklasse II).
Safety Class I
with safety earth conductor;
(not in safety class II).
AC50...60Hz
Netzsicherung
Power fuse links
Type: IEC 127-III
DIN 41 662
SEV 1064
BS 4265
110V
125V } T 0.63 A
220V
240V } T 0.315A
5x20mm, träge;
5x20mm, time lag.
max. Leistung: 38W
bei 220V/50Hz.
WATTS (max.): 38
at 220V 50Hz.

(siehe Justierplan, Seite A1)

Überprüfung des Helltastimpulses, ChP10
Impulsamplitude = 22V_{pp} ±5%; ist der Hochspannung (−1900V) überlagert. **(Vorsicht!)**
Die Überprüfung erfolgt mit einem Testoszilloskop unter Verwendung eines 10:1 Tastkopfes sowie eines vorgeschalteten HV-Kondensators **(10nF/2kV)**.
Einstellungen am HM203-5: Eingangskopplung in Stellung **GD**. Zeitbasis **50µs/cm**, Triggerung automatisch **(AT)**. Eingangsteiler auf **5mV/cm.**
Einstellungen am Testoszilloskop: 1V/cm (DC), 0,1ms/cm, autom. Triggerung. Anzeige am Testoszilloskop: (sh. Diagramm)
Die negativen Impulsdächer müssen exakt waagerecht verlaufen (Schreibstrahl am HM203-5). Die positiven Impulsdächer angenähert waagerecht (Rücklauf = dunkel).

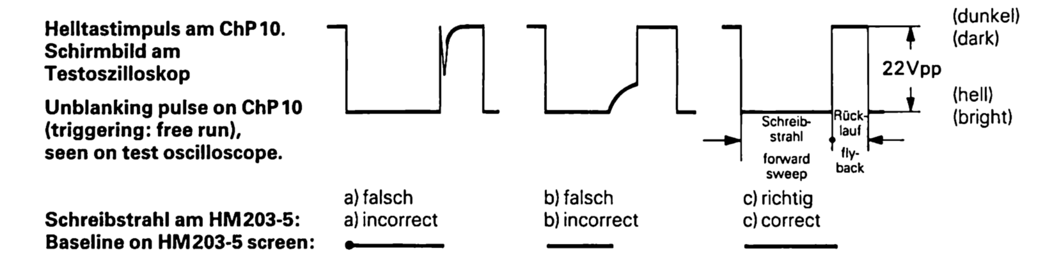
Einstellung von VR95
Der Strom muß auf den Mittelwert folgender Grenzen eingestellt werden:
a) heller Punkt auf der linken Seite des Strahles (Bildschirm HM203-5)
b) verkürzter Schreibstrahl (Bildschirm HM203-5).
Zwischen diesen zwei Punkten ist ein großer Bereich. Er wird benötigt, um interne Temperaturschwankungen aufzufangen. Bei korrekter Einstellung dürfen die Flanken des Rechtecks auf dem Testoszilloskop nicht sichtbar sein.
Jetzt Zeitbasiseinstellung am HM203-5 auf **0,5µs/cm**, am Testoszilloskop auf **1µs/cm.**
Nun sollen steile Flanken am Testoszilloskop sichtbar sein.

(see Adjusting Plan on page A1)

Check of the Unblanking Pulse on ChP10
Pulse amplitude 22V_{pp} ±5% added with −1900V **(Caution!)**.
Check with ***test oscilloscope*** by means of a ***10X probe with 10nF 2kV capacitor between ChP10 and probe input tip.***

HM203-5 settings: Input coupling to **GD** (no input signal), **50µs/cm, Auto** triggering (free running), input attenuator 5mV/cm (unless otherwise specified).
Test scope settings: 1V/cm (DC), 0,1ms/cm, internal automatic triggering.
Display on test scope:
Negative pulse tops exactly horizontal (forward sweep = bright trace on HM203-5). Positive pulse tops approx. horizontal (fly back = blanked trace).

Readjustment of VR95
Adjust the forward current of the optocoupler diode in the middle of the following points:
a) bright spot on the left side of the trace (screen of the HM203-5),
b) shortening on right side of the trace (screen of the HM203-5).
Between these two points is a wide range (needed for temperature variation). With correct adjustment, the edges of the square-wave should not be visible on the test scope.
Then change both **TIMEBASE** settings to **0.5µs/cm** (HM203-5) and **1µs/cm** (test scope). Now steep square-wave edges must be visible on the test scope.



Einige wichtige Einstellungen

Balance CH.I: Einstellung an **VR10** (s. S. M8).
Einstellung von **VR12**, Invert Balance (sh. S. T1).
Balance CH.II: Einstellung wie Balance CH.I. **CHI/II**-Taste drücken, **CH.II**-Balance Pot. einstellen (sh. S. M8).
Verstärkung CH.II (Y-Gain): Normalerweise ist **VR21** eingestellt. Falls Korrektur notwendig: Rechteck 1kHz, 20mV_{pp} an **CH.II**-Eingang. Eingangskopplung **DC**, **CHI/II**-Taste gedrückt. YII-Abschwächer auf 5mV/cm. Mit **VR21** 4cm Bildhöhe am HM203-5 einstellen.

X-Verstärkung (CH.II): Eingangskopplung auf **AC**. Keine Taste im Y-Feld gedrückt. Taste **X-Y** gedrückt. Es sind zwei Punkte in horizontaler Richtung sichtbar. Bei gleichem Eingangssignal und gleicher Einstellung beträgt der Abstand 4cm. Nachstellung am Pot. **VR29**.

Verstärkung CH.I: Einstellung, falls nötig, am **VR11** (wie Verstärkung CH.II).
Automatische Triggerung: Abschwächer Kanal I auf 10mV/cm. Eingang Sinus, 50mV_{pp}/50kHz (Schirmbild = 5cm hoch). Abschwächer nun auf 0,1V/cm (5mm Bildhöhe).
VR41 so einstellen, daß Triggerung gerade erfolgt. Abschwächer auf 0,2V/cm: Triggerung darf nicht erfolgen.
Taste **SLOPE±** drücken; Abschwächer auf 0,1V/cm.
VR42 wie VR41 einstellen. Einstellungen wiederholen.

NORMAL-Triggerung: **AT/NORM.** Taste drücken. Kontrolle der Normaltriggerung durch Einstellung des **LEVEL**-Knopfes, dabei **SLOPE±** ein- und ausschalten.
Triggerung auch bei 20MHz überprüfen.

DC-Triggerung: Triggerkopplung auf **AC**, **AT/NORM.** Taste gedrückt. Kanal I, **DC**-Kopplung. Eingangssignal Sinus, 50kHz. Bildhöhe = 5mm (wie Autom. Triggerung). Mit **LEVEL** stehendes Bild einstellen. Dann Triggerkopplung auf **DC**. Mit **VR17** einstellen.
Gleiche Reihenfolge auch für Kanal II: Triggereinstellung an **VR27**.

X-Y Empfindlichkeit: Taste **CHI/II** drücken. Eingangskopplung **CH.II** auf **AC**. Abschwächer auf **5mV/cm**. Eingangssignal: 50kHz/Sinus, auf 6cm Bildhohe einstellen. Knöpfe **DUAL**, **ADD/CHOP** und **X-Y** drücken.
Auf dem Bildschirm erscheint eine horizontale und eine diagonale Linie.
X-POS. und **Y-POS. I** und **II** so einstellen, daß beide Linien in der Mitte des Bildschirmes sind.
Die Länge der horizontalen Linie und die (projizierte) Höhe der diagonalen Linie sollen 6cm betragen. der Schnittpunkt der Linien soll ungefähr in der Bildschirmmitte liegen.

Sequence for important adjustments

Balance CH.I: Adj. **VR10** (see page M8).
Adj. **VR12** using **INV.I** button (see page T1).
Balance CH.II: Same as CH.I, switch to CH.II, adj. CH.II-Bal. pot.

Gain CH.II: Normally, **VR21** is adj. If not, 20mV_{pp}, 1kHz square-wave to **CH.II** input, **DC**, depress **CH.I/II** button.
Then adjust **VR21** for a display of 4cm on HM203-5 screen at 5mV/cm setting.

X gain (CH.II): Set **AC** input coupling, release all buttons in the Y-section, depress **X-Y** button with same input signal. Two points are visible in the horizontal axis.
Adj. **VR29** for 4cm spacing.

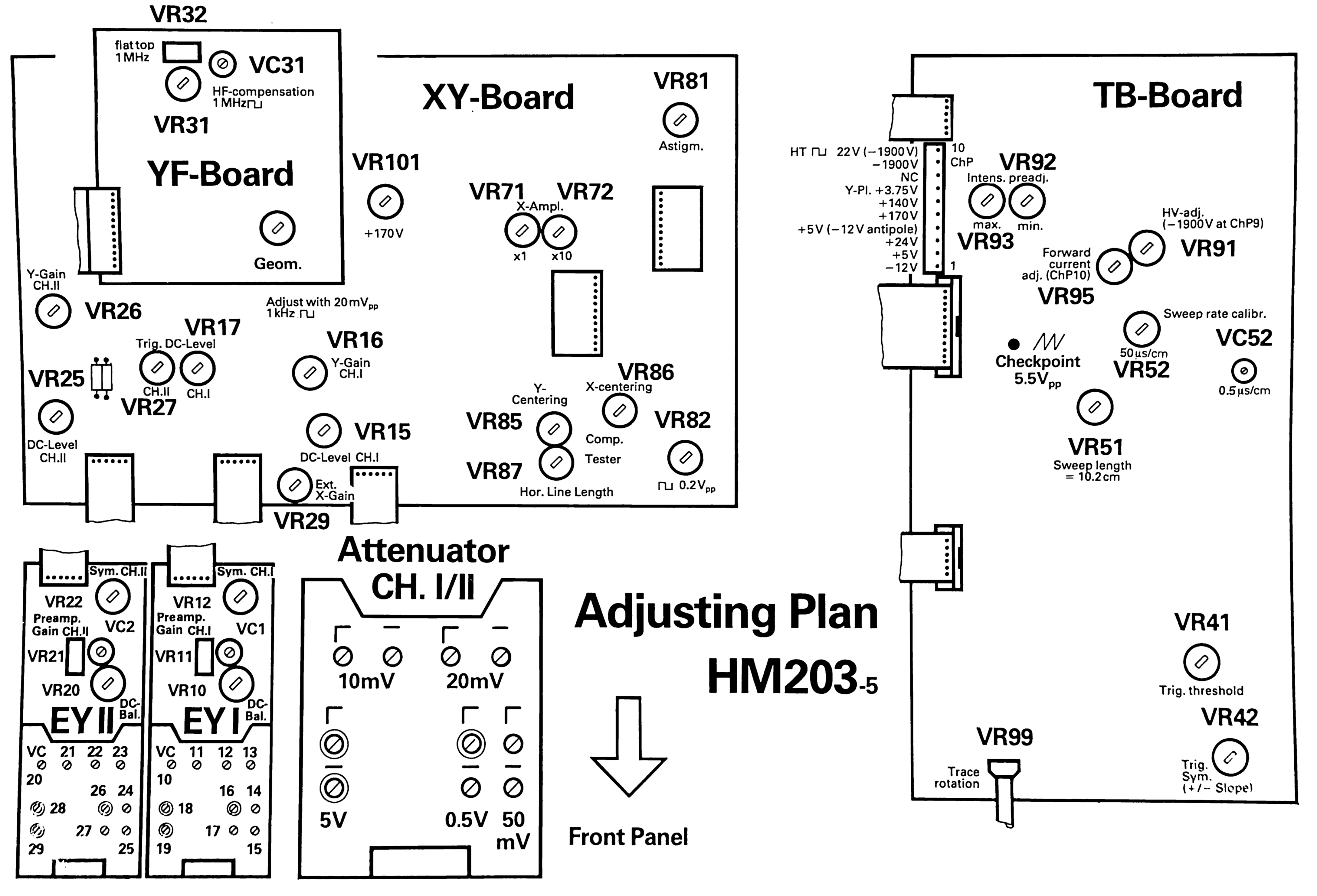
Gain CH.I: If necessary, adj. **VR11** (in the same way as CH.II).

Automatic Triggering: Set **CH.I** attenuator to 10mV/cm, input 50mV 50kHz sine (5cm display height).
Set attenuator to 0.1V/cm (5mm display height).
Adj. **VR41 (LEVEL** button depressed) for just triggering. Attenuator to 0.2V/cm: No triggering must be possible.
Depress **SLOPE±** button, attenuator to 0.1V/cm.
Adj. **VR42** for same trigger threshold. Repeat triggering adjustments.

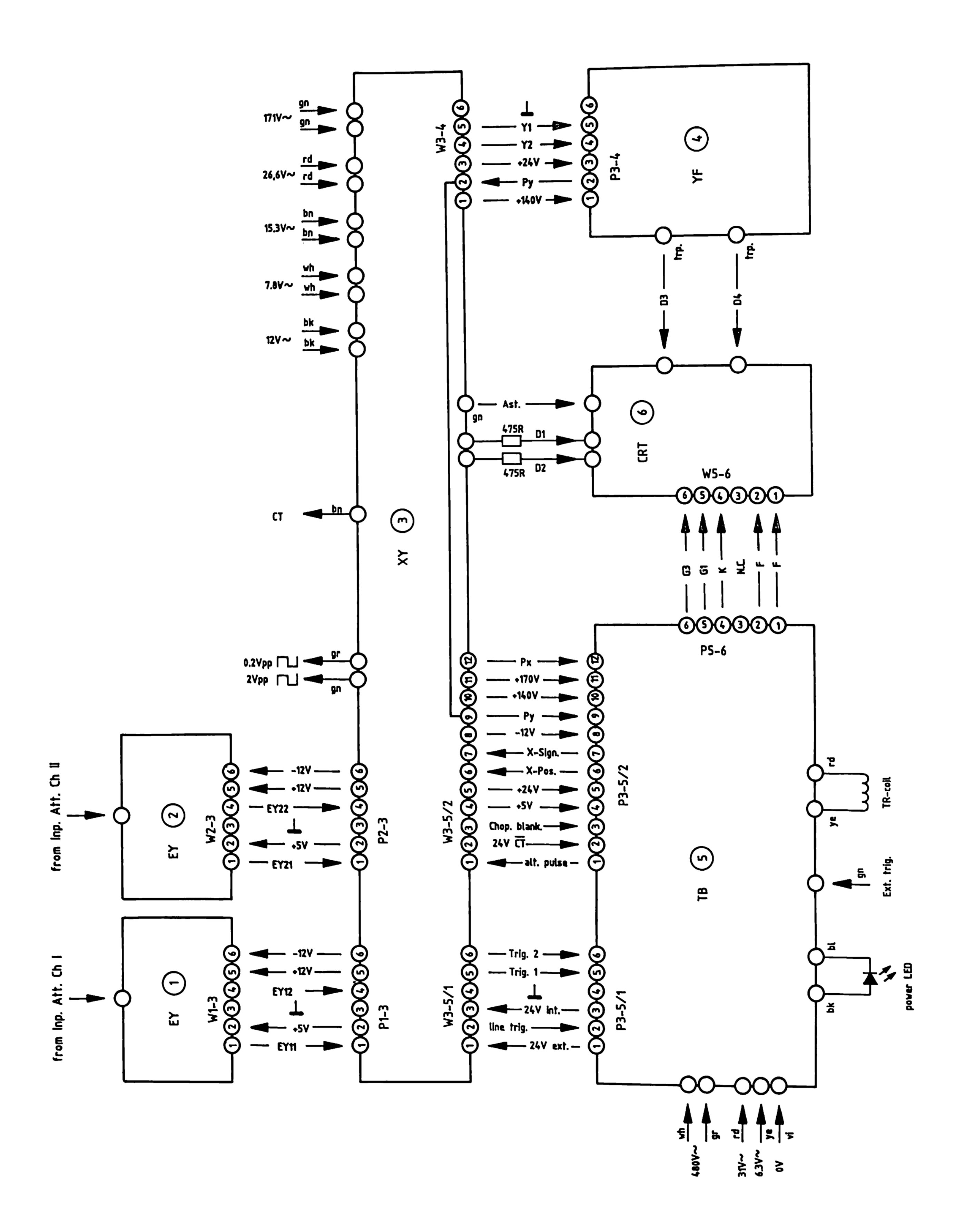
Normal Triggering: Depress **AT/NORM.** button, adj. **LEVEL** control.
Check normal trigger mode using **LEVEL** control with **SLOPE±** button depressed and released.
Check triggering at 20MHz in same way.

DC triggering: TRIGGER SELECTOR to **AC**, depress **AT/NORM.** button, **CH.I** with **DC** input coupling, input signal 50kHz sine, 5mm display height (see above Automatic Triggering), adj. **LEVEL** control. Then TRIGGER SELECTOR to **DC**, adj. **VR17**.
Repeat this adj. sequence for **CH.II**, adj. **VR27**.

X-Y sensitivity: Depress **CH.I/II** button, set **CH.II** input coupl. to **AC**, attenuator to **5mV/cm**, apply 50kHz sine for 6cm display height. Depress **DUAL**, **ADD/CHOP**, **X-Y** buttons.
Now display shows a horizontal and a crossing sloping line.
Adj. **X-POS.** and **Y-POS.I** and **II** controls so that the horizontal and the sloping line are centered.
Length of horizontal line and (projected) height) of sloping line should be 6cm.
The point of intersection should be approx. in center of graticule.


Adjusting Plan
HM203-5
TB-Board
VR92
Intens. preadj.
max.
min.
VR93
10
ChP
1
HT ⊓⊔ 22V (−1900V)
−1900V
NC
Y-Pl. +3.75V
+140V
+170V
+5V (−12V antipole)
+24V
+5V
−12V
HV-adj.
(−1900V at ChP9)
VR91
Forward
current
adj. (ChP10)
VR95
Sweep rate calibr.
50µs/cm
VR52
VC52
0.5µs/cm
Checkpoint
5.5Vpp
VR51
Sweep length
= 10.2cm
VR41
Trig. threshold
VR42
Trig.
Sym.
(+/− Slope)
VR99
Trace
rotation
XY-Board
VR81
Astigm.
VR101
+170V
VR71
VR72
X-Ampl.
x1
x10
VR86
X-centering
Y-
Centering
VR85
Comp.
Tester
VR87
Hor. Line Length
VR82
⊓⊔ 0.2Vpp
VR32
flat top
1MHz
VC31
HF-compensation
1MHz⊓⊔
VR31
YF-Board
Geom.
Adjust with 20mVpp
1kHz ⊓⊔
Y-Gain
CH.II
VR26
VR17
Trig. DC-Level
CH.II
CH.I
VR27
VR16
Y-Gain
CH.I
VR25
DC-Level
CH.II
VR15
DC-Level CH.I
Ext.
X-Gain
VR29
Attenuator
CH. I/II
10mV
20mV
5V
0.5V
50
mV
Front Panel
Sym. CH.II
VR22
Preamp.
Gain CH.II
VC2
VR21
VR20
DC-
Bal.
EY II
VC 21 22 23
20
26 24
28
27
29
25
Sym. CH.I
VR12
Preamp.
Gain CH.I
VC1
VR11
VR10
DC-
Bal.
EY I
VC 11 12 13
10
16 14
18
17
19
15

Verdrahtungsübersicht
Wiring Diagram





Oscilloscopes

Multimeters

Counter Timers

Power Supplies

Calibrators

Signal Generators

Check Point Testers

Distributed by:

West Germany
HAMEG GmbH
Kelsterbacher Str. 15-19
6000 FRANKFURT am Main 71
Tel. (0 69) 67.60.17 · Telex 4.13.866

France
HAMEG S.a.r.l.
5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 677.81.51 · Télex 270.705

Spain
HAMEG IBERICA S.A.
Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93) 230.15.97

Great Britain
HAMEG LTD
74-78 Collingdon Street
LUTON, Bedfordshire LU1 1RX
Tel. (0582) 41.31.74 · Telex 825.484

United States of America
HAMEG, Inc.
88-90 Harbor Road
PORT WASHINGTON, New York 11050
Phone (516) 883.3837 · TWX (510) 223.0889